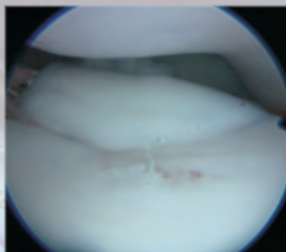


**Vergleich radiologischer und arthroskopischer  
Befunde des Ellbogengelenkes beim fragmentierten  
Processus coronoideus medialis ulnae  
(Koronoiderkrankung) des Hundes inklusive  
einer Interobserver-Analyse (erfahren-unerfahren)**

**MICHAEL ZWICK**



**INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Grades eines  
Dr. med. vet.  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2010

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2010

© 2010 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

**[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)**

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin  
Klinik für Kleintiere, Chirurgie  
der Justus-Liebig-Universität Gießen  
Betreuer: Prof. Dr. M. Kramer

**Vergleich radiologischer und arthroskopischer Befunde  
des Ellbogengelenkes beim fragmentierten Processus  
coronoideus medialis ulnae (Koronoiderkrankung) des  
Hundes inklusive einer Interobserver-Analyse  
(erfahren-unerfahren)**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Grades eines  
Dr. med. vet.  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

**MICHAEL ZWICK**  
Tierarzt aus Neuwied

Gießen 2010

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. habil. G. Baljer

Gutachter/in: Prof. Dr. M. Kramer

PD Dr. C. Herden

Tag der Disputation: 27.01.2010



***Meinen Eltern, meiner Familie und allen Gefährten***



Inhaltsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	IX
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Literaturübersicht.....</b>	<b>3</b>
2.1 Anatomie des caninen Ellbogengelenkes .....	3
2.1.1 Knöcherne Strukturen .....	3
2.1.2 Kapsel und Bänder .....	4
2.1.3 Sesambeine.....	5
2.1.4 Muskeln des Ellbogengelenkes .....	6
2.1.5 Nerven und Arterien am medialen Ellbogen.....	8
2.1.6 Biomechanik des Ellbogengelenkes.....	9
2.2 Entwicklung und Wachstum des Ellbogengelenkes beim Hund.....	10
2.2.1 Verknöcherung der langen Röhrenknochen.....	10
2.2.2 Entwicklung des Ellbogengelenkes.....	10
2.3 Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae.....	12
2.3.1 Definitionen.....	12
2.3.2 Ätiologie und Pathogenese.....	14
2.3.3 Prävalenz, Rasse-, Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung .....	19
2.3.4 Genetik und Heritabilität .....	21
2.3.5 Diagnose.....	21
2.3.6 Differentialdiagnosen .....	35
2.3.7 Therapie.....	36
2.3.8 Prognose .....	39
2.4 Arthroskopie.....	41
2.4.1 Ausrüstung und Technik .....	41
2.4.2 Arthroskopische Zugänge zum Ellbogengelenk .....	42
2.4.3 Vor- und Nachteile der Arthroskopie gegenüber einer Arthrotomie .....	43
<b>3. Material und Methoden .....</b>	<b>45</b>
3.1. Ziel der Untersuchung.....	45
3.2 Patientengut .....	45
3.3 Röntgenuntersuchung.....	47

3.3.1 Röntgentechnik.....	47
3.3.2 Auswertung der Röntgenbilder .....	48
3.3.3 Bewertungskriterien (vgl. Anhang 9.2 Befundbogen) .....	48
3.4 <i>Arthroskopische Untersuchung</i> .....	50
3.4.1 Gerätebeschreibung .....	50
3.4.2 Durchführung .....	51
3.4.3 Auswertung .....	53
3.4.4 Auswertungskriterien .....	54
3.5 <i>Allgemeine Patientendaten</i> .....	56
3.6 <i>statistische Auswertung</i> .....	56
<b>4. Ergebnisse</b> .....	<b>57</b>
4.1 <i>Allgemeine Patientendaten</i> .....	57
4.1.1 Rasseverteilung .....	57
4.1.2 Altersverteilung .....	58
4.1.3 Geschlechtsverteilung .....	58
4.1.4 Gewichtsverteilung.....	59
4.1.5 Seitenverteilung.....	60
4.1.6 beidseitiges Auftreten der Koronoiderkrankung .....	60
4.1.7 Iatrogene Läsionen .....	60
4.2 <i>Ergebnisse Röntgenauswertung</i> .....	61
4.2.1 Lagerung.....	61
4.2.2 Osteophytäre Zubildungen .....	63
4.2.3 Vermehrte Sklerosierung.....	68
4.2.4 Inkongruenz.....	70
4.2.5 Processus coronoideus medialis ulnae (Pcm).....	72
4.2.6 Humerus .....	75
4.2.7 ED-Score .....	76
4.2.8 Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale .....	77
4.3 <i>Ergebnisse Videoauswertung Arthroskopie</i> .....	78
4.3.1 Synovialzotten.....	78
4.3.2 Processus coronoideus medialis .....	79
4.3.3 Vorliegen einer Koronoiderkrankung/fragmentierten Processus coronoideus .....	82
4.3.4 Trochlea humeri – Schliffusuren.....	82
4.3.5 Caput radii – Knorpel.....	83

4.3.6 Incisura trochlearis – Knorpel .....	83
4.3.7 Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen .....	84
4.3.8 Arthrotische Veränderungen .....	85
4.3.9 Stufe Arthroskopie .....	85
4.4 Vergleich Röntgen – Arthroskopie .....	86
4.4.1 Vergleich einzelner Röntgenbefunde und Kombinationen von Röntgenbefunden mit arthroskopischen Vorliegen einer Koronoiderkrankung, Zustand des Koronoids und Frakturlinienverlauf.....	86
4.4.2 Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman.....	101
4.4.3 Logistische Regression.....	106
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>108</b>
5.1 Allgemeine Daten .....	108
5.1.1 Rassenverteilung .....	108
5.1.2 Altersverteilung .....	108
5.1.3 Geschlechtverteilung .....	109
5.1.4 Seitenverteilung.....	109
5.1.5 beidseitiges Auftreten.....	109
5.1.6 Iatrogene Läsionen .....	110
5.2 Röntgenbefunde.....	110
5.2.1 Lagerung des Patienten für die Röntgenuntersuchung.....	111
5.2.2 Osteophytäre Zubildungen .....	112
5.2.3 Vermehrte Sklerosierung.....	114
5.2.4 Inkongruenz.....	115
5.2.5 Processus coronoideus medialis ulnae (Pcm).....	116
5.2.6 Humerus .....	119
5.2.7 ED-Score .....	120
5.2.8 Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale .....	120
5.2.9 Zusammenfassung .....	121
5.3 Arthroskopiebefunde .....	123
5.3.1 Synovialzotten.....	123
5.3.2 Processus coronoideus medialis ulnae (Pcm.....	124
5.3.3 Trochlea humeri – Schliffusuren.....	129
5.3.4 Beurteilung Knorpel.....	129
5.3.5 Stufe Arthroskopie .....	131

5.3.6 Zusammenfassung Arthroskopiebefunde .....	132
5.4 Vergleich Röntgen – Arthroskopie .....	133
5.4.1 Vergleich einzelner Röntgenbefunde und Kombinationen von Röntgenbefunden mit arthroskopischen Vorliegen einer Koronoiderkrankung, Zustand des Pcm und Frakturlinienverlauf.....	133
5.4.2 Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman.....	136
5.4.3 Logistische Regression.....	138
5.5 Mathematische Bewertung.....	138
<b>6. Zusammenfassung.....</b>	<b>140</b>
<b>7. Summary.....</b>	<b>144</b>
<b>8. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>147</b>
<b>9. Anhang.....</b>	<b>177</b>
9.1 Studienfälle.....	177
9.2 Befundbogen.....	180
9.3 Beispiele Röntgenbefunde .....	185
9.4 Beispiele arthroskopischer Untersuchungen .....	191
9.5 Zusammenfassende Tabelle Interobserver-Beurteilung.....	198
9.6 Zweidimensionale Auswertungen für die Variable Vorliegen eines Fragmentes im Röntgen (Untersucher 2) mit dem Zustand des Koronoids in der Arthroskopie (Untersucher 3 und 4) .....	200

Tabelle 1: Statistik der Orthopedic Foundation for Animals über die Häufigkeit der Ellbogengelenksdysplasie bei einigen Hunderassen ( <a href="http://www.offa.org/elbowstatbreed.html">www.offa.org/elbowstatbreed.html</a> ) Stand 12/2008.....	19
Tabelle 2: Aus der Studie ausgeschlossene Fälle incl. Begründung .....	46
Tabelle 3: Art der Röntgenaufnahmenerstellung (n=54) .....	47
Tabelle 4: Richtwerte zur Interpretation des Kappa-Koeffizienten (Grouven, et al., 2007)....	56
Tabelle 5: Iatrogene Läsionen .....	60
Tabelle 6: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Lagerung - Beugegrad mediolaterale Aufnahme beider Röntgenuntersucher .....	61
Tabelle 7: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Lagerung - Rotation mediolaterale Aufnahme beider Röntgenuntersucher .....	62
Tabelle 8: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Lagerung - Rotation anterioposteriore Aufnahme .....	62
Tabelle 9: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen auf dem Processus anconaeus .....	63
Tabelle 10: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am Radiuskopf .....	64
Tabelle 11: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am lateralen Epikondylus humeri .....	64
Tabelle 12: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am medialen Epikondylus humeri .....	65
Tabelle 13: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am Processus coronoideus medialis ulnae .....	65
Tabelle 14: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen an der Trochlea humeri .....	66
Tabelle 15: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das generelle Vorliegen von Osteophyten im untersuchten Ellbogengelenk .....	66
Tabelle 16: Verteilung der Werte des Osteophytenscores für beide Röntgenuntersucher.....	67
Tabelle 17: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Sklerosierung caudal des Processus coronoideus medialis ulnae .....	68
Tabelle 18: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung im Bereich der Incisura trochlearis .....	68
Tabelle 19: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung am Kapselansatz .....	69

Tabelle 20: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das generelle Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung .....	69
Tabelle 21: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz - Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna .....	70
Tabelle 22: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz - Intraartikuläre Stufe Ulna kürzer als Radius .....	70
Tabelle 23: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz im Sinne einer zu engen Incisura trochlearis .....	71
Tabelle 24: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz aufgrund eines deformierten Radiuskopfes.....	71
Tabelle 25: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich der Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae .....	72
Tabelle 26: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des generellen Vorliegens einer verminderten Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae ..	72
Tabelle 27: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich der Dichte des Koronoids.....	73
Tabelle 28: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des generellen Vorliegens einer verminderten Dichte des Koronoids .....	73
Tabelle 29: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des Vorliegens einer Aufhellungslinie im Bereich des Koronoids .....	74
Tabelle 30: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des Vorliegens eines freien Fragmentes im Bereich des Koronoids .....	74
Tabelle 31: Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das etwaige Auftreten subchondraler Defekte an der Trochlea humeri .....	75
Tabelle 32: Verteilung der Werte des ED-Scores nach Lang (1998) für beide Röntgenuntersucher.....	76
Tabelle 33: Verteilung der Anzahl der gemeinsam vorliegenden Röntgenmerkmale für beide Untersucher .....	77
Tabelle 34: Ergebnisse der Beurteilung beider Arthroskopieuntersucher über das etwaige Auftreten und Ausprägung einer Synovialitis (Einteilung nach Behrends, 1996).....	78
Tabelle 35: Ergebnisse der Beurteilung beider Arthroskopieuntersucher bezüglich Zustandes des Processus coronoideus medialis ulnae .....	79
Tabelle 36: Ergebnisse der Auszählung der Anzahl etwaiger intraartikulärer Fragmente bei der Koronoiderkrankung für beide Arthroskopieuntersucher .....	80



Tabelle 37: Beurteilungsergebnisse des Knorpels des Processus coronoideus medialis ulnae getrennt für beide Arthroskopieuntersucher.....	80
Tabelle 38: Ergebnisse der arthroskopischen Beurteilung des Frakturlinienverlaufes (Einteilung nach Schawalter, 1990) getrennt für beide Untersucher .....	81
Tabelle 39: Ergebnisse der Einschätzung der Lokalisierung etwaiger Fragmente im Gelenk getrennt für beide Arthroskopieuntersucher.....	81
Tabelle 40: Ergebnisse der Beurteilung beider Arthroskopieuntersucher bezüglich des generellen Vorliegens einer Koronoiderkrankung .....	82
Tabelle 41: Beurteilungsergebnisse des Knorpels im Bereich der Trochlea humeri bezüglich Schliffusuren getrennt für beide Arthroskopieuntersucher .....	82
Tabelle 42: Beurteilungsergebnisse des Knorpels der Gelenkfläche im Bereich des Radiuskopfes getrennt für beide Arthroskopieuntersucher.....	83
Tabelle 43: Beurteilungsergebnisse des Knorpels der Gelenkfläche im Bereich Incisura trochlearis getrennt für beide Arthroskopieuntersucher.....	83
Tabelle 44: Ergebnisse der Auszählung der Anzahl verschiedener Stellen mit Knorpelerosionen im Ellbogengelenk für beide Arthroskopieuntersucher.....	84
Tabelle 45: Ergebnisse der Beurteilung beider Untersucher bezüglich der Ausprägung arthrotischer Veränderungen in der Arthroskopie.....	85
Tabelle 46: Ergebnisse der Beurteilung beider Untersucher bezüglich des Auftretens einer radioulnaren Stufe in der Arthroskopie.....	85
Tabelle 47: Abkürzung der Röntgenmerkmale der in Kapitel 4.10.1 beschriebenen Vergleichuntersuchung zwischen Röntgen und Arthroskopie .....	88
Tabelle 48: Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3).....	93
Tabelle 49: Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 4).....	95
Tabelle 50: Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3).....	97
Tabelle 51: Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 4).....	99
Tabelle 52: Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3).....	102
Tabelle 53: Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 4).....	103

Tabelle 54: Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen- erfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3).....	103
Tabelle 55: Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen- unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4).....	104
Tabelle 56: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher- Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)	106
Tabelle 57: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher- Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3) .....	106
Tabelle 58: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher- Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4) .....	107
Tabelle 59: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher- Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4).....	107
Tabelle 60: Absolute und relative Häufigkeiten für das Vorliegen von radiologisch sichtbaren Fragmente bei der Koronoiderkrankung bei verschiedenen Autoren .....	118
Tabelle 61: Einteilung der Koronoiderkrankung verschiedener Autoren mit absoluter und relativer Häufigkeit, im Vergleich zur vorliegenden Studie .....	126
Tabelle 62: Vergleich Häufigkeiten nach Fraktureinteilung nach Schawalter (1990) - absolute und relative Häufigkeiten verschiedener Autoren im Vergleich zur vorliegenden Studie ....	128
Tabelle 63: Sensitivität und Spezifität einer gesamten Arthroskopie (Messung an 3 Punkten), Röntgen und Computertomographie zur Diagnose einer radioulnaren Inkongruenz (Wagner et al., 2007).....	131
Tabelle 64: Übersicht Studienfälle incl. allgemeiner Daten .....	177
Tabelle 65: Zusammenfassende Tabelle Interobserver-Beurteilung.....	198
Tabelle 66: Zweidimensionale Häufigkeitstabelle für den Vergleich des Merkmals Fragment von Untersucher-Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) und Zustand Pcm von Untersucher- Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3).....	200
Tabelle 67: Zweidimensionale Häufigkeitstabelle für den Vergleich des Merkmals Fragment von Untersucher-Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) und Zustand Pcm von Untersucher- Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4).....	201

- ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS -

---

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
ap	Anterioposterior
BSH	Berner Sennenhund
bzgl.	Bezüglich
bzw.	Beziehungsweise
Ca.	Circa
CT	Computertomographie
DSH	Deutscher Schäferhund
Dr.	Doktor
Dtsch.	Deutsch(er)
ED	Ellbogengelenksdysplasie
engl.	Englisch
evtl.	Eventuell
Fa.	Firma
FCP	fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae
FECAVA	Federation of European Companion Animal Veterinary Associations
ggf.	Gegebenenfalls
Ggr	Geringgradig
Hgr	Hochgradig
Hrsg	Herausgeber
IEWG	International Elbow Working Group
incl.	Inclusive
IPA	isolierter Processus anconaeus
Kap.	Kapitel
Kg	Kilogramm
KM	Körpermasse
kV	Kilovolt
L	Liter
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
m	Männlich
mAs	Milliampéresekunde
max	Maximal

- ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS -

---

Med	Medialis
mela	Mediolateral
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
mg	Milligramm
Mgr	Mittelgradig
ml	Milliliter
n	Anzahl
N.	Nervus
o.ä.	oder ähnliches
obB	ohne besonderen Befund
OC	Osteochondrosis
OCD	Osteochondrosis dissecans
OP	Operation
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PC	Personal Computer
Pcm	Processus coronoideus medialis ulnae
Proc	Processus
U	Untersucher
USP	United States Pharmakopöe
S.	Seite(n)
SE	Seltene Erden
v.a.	vor allem
vgl.	Vergleiche
z.B.	zum Beispiel
°	Grad Celsius
%	Prozent
&	Und
®	Eingetragenes Warenzeichen

## **1. Einleitung**

Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FCP) ist die häufigste Ursache für Lahmheiten des Ellbogengelenkes und wird der sogenannten Ellbogengelenksdysplasie zugeordnet (Grondalen & Grondalen, 1981; Grondalen, 1982, Fox et al., 1983; van Bree & Van Ryssen, 1995; Van Ryssen & van Bree, 1997; Moores, 2008). Aufgrund im Detail noch ungeklärter Ursachen kommt es zur Bildung eines Fragmentes im Bereich der Spitze des Processus coronoideus medialis ulnae. Es gibt jedoch auch andere Ausprägungsformen der Erkrankung. Sowohl Fissuren, als auch Veränderungen im Sinne eines avitalen, weichen Knochens werden dem Erkrankungsbild zugerechnet. Aus diesem Grund wird von einigen Autoren der Begriff Koronoiderkrankung bevorzugt (Morgan et al., 2000; McCarthy, 2005; Moores et al., 2008; Fitzpatrick & Yeadon, 2009). In der Folge der Erkrankung kommt es zu zunehmenden arthrotischen Veränderungen im Ellbogengelenk, was sich klinisch in stärker werdenden Lahmheiten und Bewegungseinschränkungen des Tieres äußert.

Nach der klinisch-orthopädischen Untersuchung, die meist keine eindeutigen Ergebnisse liefern kann, steht die Röntgenuntersuchung der Ellbogengelenke an erster Stelle. Die Beurteilung der Röntgenbildaufnahmen und das Erkennen der Erkrankung sind aber oftmals schwierig. In den meisten Fällen kann aufgrund der oben beschriebenen Ausprägungsformen der Erkrankung oder wegen einer Überlagerung etwaiger Fragmente mit anderen Gelenkanteilen die Diagnose nicht direkt dargestellt werden. Die radiologische Diagnostik beruht vor allem auf sekundären Merkmalen (wie Osteophyten, eine vermehrte Sklerosierung und Gestalt des Koronoids) und erfordert Erfahrung des Untersuchers. Meist kann nur der Verdacht einer Koronoiderkrankung ausgesprochen werden. Die Entscheidung für weitere bildgebende Verfahren, wie z.B. CT, die jedoch eine Sedation des Tieres erfordern oder ein chirurgisches Vorgehen ist oftmals schwierig.

Die Arthroskopie ist ein in der Veterinärmedizin etabliertes, minimalinvasives Verfahren, das auch im Ellbogengelenk angewendet werden kann. Ein medialer Zugang bietet eine gute Übersicht über die medialen Gelenkanteile, incl. des Koronoids. Neben des diagnostischen Charakters der Arthroskopie können therapeutische Maßnahmen in derselben Operation durchgeführt werden. Da die zu verwendete Optik über eine Kamera mit einem Monitor verbunden ist, kann einfach und mit guter Bildqualität eine Dokumentation per Foto oder Video durchgeführt werden. Vergrößerung durch die Optik und die optimale Ausleuchtung in der Arthroskopie erleichtern die Dokumentation ebenfalls.

Ziel der Studie ist es zum einen die Interpretation der Röntgenuntersuchung und der Arthroskopie zwischen einem erfahrenen und einem unerfahrenen Untersucher für beide

Methoden zu vergleichen, da beide Untersuchungsmethoden Erfahrung fordern. Nach detaillierter Befundung je eines erfahrenen und eines unerfahrenen Untersuchers wird das Maß der Übereinstimmung bestimmt.

Das zweite Ziel der Studie ist der Vergleich der Röntgenbefunde mit der Arthroskopie. Liegt beim Vorliegen bestimmter radiologischer Merkmale eine Koronoiderkrankung vor? Kann man anhand der radiologischen Befunde Aussagen über die Stärke der Ausprägung der Erkrankung tätigen? Kann man Details der intraoperativen Befunde (Frakturlinienverlauf, Grad der arthrotischen Veränderungen / Knorpelerosionen) mit dem Röntgen vorraussagen? Kann anhand der radiologischen Befunde die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Koronoiderkrankung bestimmt werden? Diese Vergleiche werden mit diversen mathematischen Tests durchgeführt.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1 Anatomie des caninen Ellbogengelenkes**

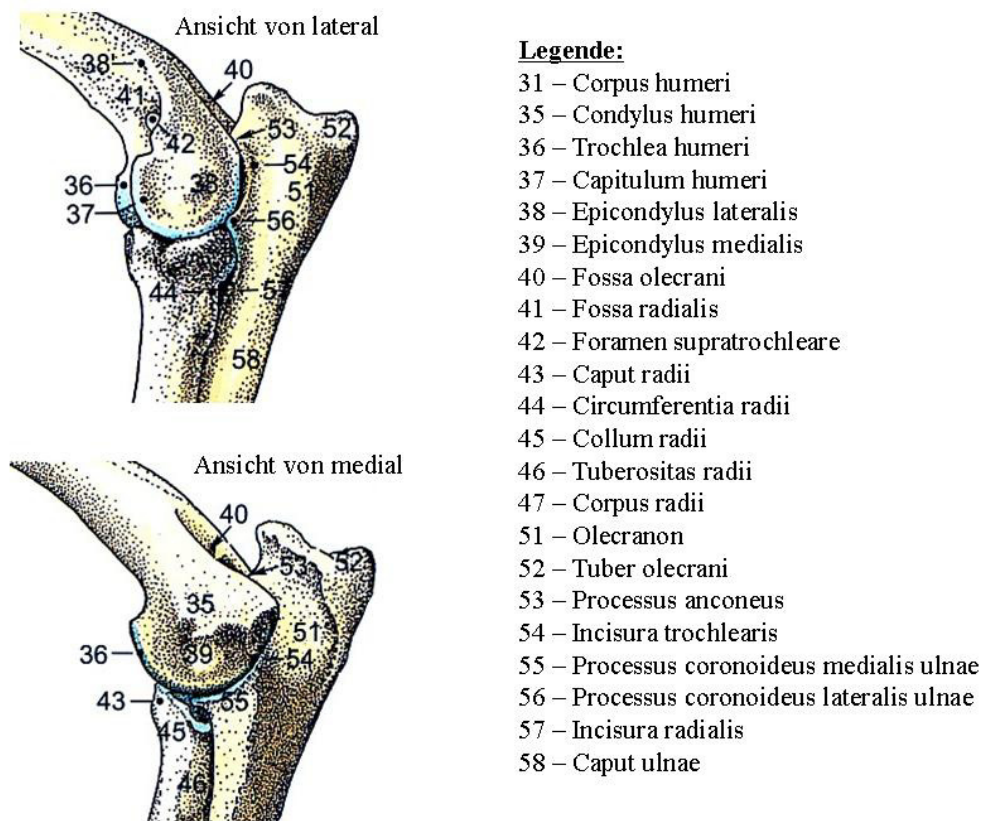
#### **2.1.1 Knöcherne Strukturen**

Das Ellbogengelenk (*Articulatio cubiti*) verbindet Oberarm und Unterarm als zusammengesetztes Gelenk aus Humerus, sowie Radius und Ulna. Daher lässt sich das Ellbogengelenk in eine *Articulatio humeroradialis*, eine *Articulatio humeroulnaris* und eine *Articulatio radioulnaris proximalis* einteilen (Nickel et al., 1992a; Evans, 1993b; Vollmerhaus et al., 1994b; Liebich et al., 2005).

Der distale Humerus stellt den proximalen Anteil des Ellbogengelenks dar. Sein distales Endstück, der *Condylus humeri*, lässt sich in die größere mediale *Trochlea humeri* und das laterale *Capitulum humeri* einteilen. Seitlich am *Condylus humeri* befinden sich bilateral je eine Bandgrube und darüber ein Bandhöcker. Caudolateral der *Trochlea humeri* ist der Streckknorren, *Epicondylus lateralis* und kaudomedial der Beugeknorren, *Epicondylus medialis* als Muskelansatz ausgebildet. Caudal zwischen den beiden Epicondylen befindet sich die *Fossa olecrani*, welche das Olekranon der Ulna aufnimmt. Auf der cranialen Seite des Humerus befindet sich proximal der *Trochlea* die *Fossa radialis*, die beim Hund über das *Foramen supratrochleare* meistens mit der *Fossa olecrani* verbunden ist.

Der Radius, Speiche, verdickt sich an seinem proximalen Ende zum Radiuskopf, dem *Caput radii*, darunter ist beim Fleischfresser ein *Collum radii* zu erkennen. Sowohl medial als auch lateral am Radiuskopf sind Bandhöcker ausgebildet. Caudal befindet sich die *Circumferentia articularis*, die die Gelenkfläche zur Ulna und deren *Incisura radialis ulnae* darstellt. Auf der proximalen, mit dem Humerus artikulierenden Gelenkfläche stellt sich die *Fovea capitis radii* dar, die zusammen mit der *Incisura trochlearis ulnae* und dem *Processus coronoideus medialis ulnae* die distale Gelenkfläche des Ellbogengelenkes bildet. Der zweite Unterarmknochen, die Ulna (Elle), ragt mit dem Olekranon und seinem *Tuber olecrani* weiter nach proximal als die Speiche. Die am Olekranon cranial gelegene *Incisura trochlearis* bildet zusammen mit dem *Processus coronoideus medialis ulnae* und dem *Processus coronoideus lateralis ulnae*, sowie dem Radiuskopf die Gelenkfläche zum Humerus. Proximal wird die *Incisura trochlearis* durch den *Processus anconaeus* begrenzt (Nickel et al., 1992a; Evans, 1993a; Evans, 1993b, Vollmerhaus et al., 1994a; Vollmerhaus et al. 1994b; Liebich et al., 2005). Abbildung 1 zeigt eine Schemazeichnung der Knochenpunkte im Bereich des Ellbogengelenkes.

**Abbildung 1: Knochen und Knochenpunkte des Ellbogens beim Hund (Aus: Budras et al. (2007), Atlas der Anatomie des Hundes)**



### 2.1.2 Kapsel und Bänder

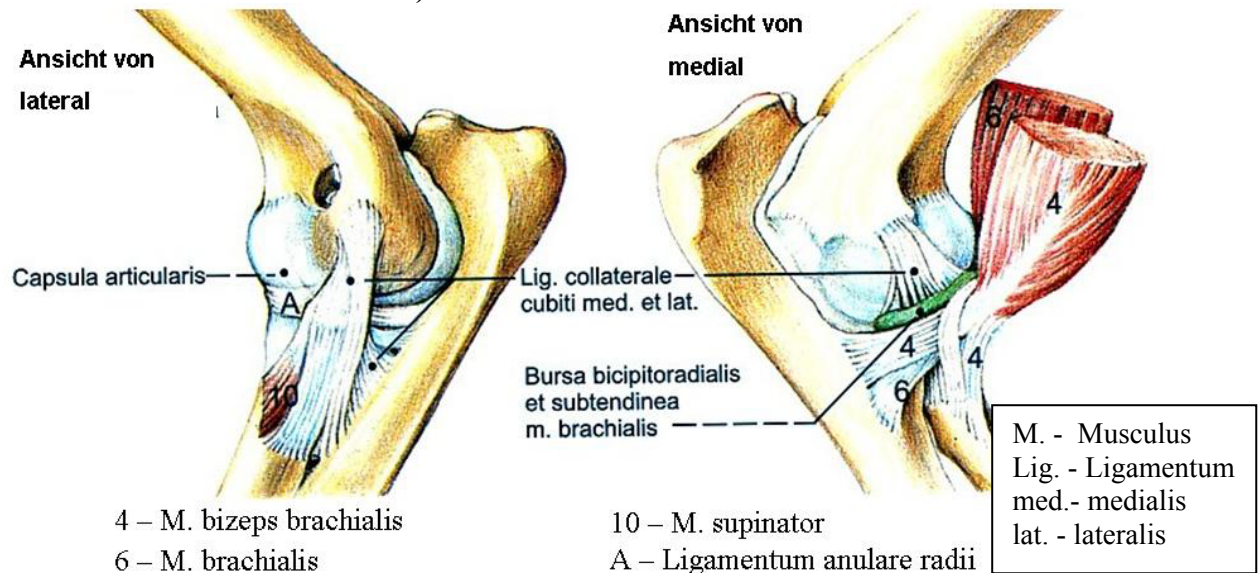
Die Kapsel des Ellbogengelenkes schließt alle drei Gelenkanteile (siehe 2.1.1) ein. Von den proximalen Aussackungen setzt die craniale proximal des Foramen supratrochleare an, die caudale, obwohl sie fast bis an das proximale Ende der Fossa olecrani reicht, hat ihren Ansatz distal des Foramen supratrochleare, sodass keine Verbindung der Aussackungen durch das Foramen supratrochleare existiert (Evans, 1993b). Die Kapsel ist an der Beugeseite durch Fasern verstärkt. (Nickel et al., 1992b; Liebich et al., 2005). Die Synovialmembran setzt überall mit Ausnahme des cranialen Abschnitts dicht am Gelenkknorpel an. (Evans, 1993b).

Das Ligamentum collaterale cubiti laterale hat zwei Schenkel, die beide lateral am Humerus entspringen, von denen der craniale am Radius und der caudale an der Ulna ansetzt. Das Lig. collaterale cubiti mediale hat ebenfalls zwei Schenkel, die in der medialen Bandgrube des Humerus entspringen (siehe Abbildung 2). Desweiteren existiert beim Hund noch das Ligamentum olecrani, welches, eng verbunden mit der Gelenkkapsel, zwischen Epicondylus medialis humeri und Processus anconaeus verläuft. Der Radiuskopf wird durch das Ligamentum anulare radii, das zwischen den beiden Processus coronoidei unterhalb der Collateralbänder verläuft, in Position gehalten (Nickel et al. 1992b; Evans, 1993b;



Vollmerhaus et al., 1994b; Liebich et al., 2005; Constantinescu & Constantinescu, 2009). Constantinescu & Constantinescu (2009) beschreiben außerdem noch ein cranial über das Gelenk ziehendes Lig. obliquum.

**Abbildung 2: Kapsel und Bänder des Ellbogens beim Hund (Aus: Budras et al. (2007), Atlas der Anatomie des Hundes)**



### 2.1.3 Sesambeine

Fakultativ auftretende Sesambeine im Bereich des medialen Ellbogens sind im Ligamentum anulare radii (Webbon & Jones, 1976; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Bardet & Bureau, 1996; Constantinescu & Constantinescu, 2009), im M. flexor digitalis profundus (Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992) und im Bereich der Articulatio humeroradialis beschrieben (Väänänen & Skutnab, 1978; Berzon & Quick, 1980; Wood et al., 1985). Weiterhin können Sesambeine im Bereich des craniolateralen Radiuskopfes (Väänänen & Skutnab, 1978; Wood et al., 1985; Flückinger, 1992; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992) und in der Ursprungssehne des Musculus supinator auftreten (Wood et al., 1985; Voorhout & Hazewinkel, 1987; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Constantinescu & Constantinescu, 2009).

#### 2.1.4 Muskeln des Ellbogengelenkes

Die Beuger des Ellbogengelenkes sind der M. biceps brachii und der M. brachialis. Ersterer entspringt am Tuberculum supraglenoidale und setzt sowohl an der Tuberositas radii, als auch am Processus coronoideus medialis ulnae an. Der M. brachialis entspringt an der Caudalfläche des Humerus, windet sich um diesen und findet seinen Ansatz hauptsächlich im Bereich des Processus coronoideus medialis, aber auch an der Tuberositas radii.

Die Strecker des Ellbogens sind der M. triceps brachii, der M. anconaeus und zu geringen Teilen der M. tensor fasciae antebrachii. Der M. triceps brachii als stärkster Beuger entspringt mit verschiedenen Anteilen am Tuberculum infraglenoidale und Margo caudalis scapulae, an der nach ihm benannten Linea musculi tricipitis, der Crista tuberculi minoris und der Caudalfläche des Humerus. Seine Endsehne setzt am Olekranon an. Der M. anconaeus zieht, der Gelenkkapsel aufliegend, bzw. mit ihr verbunden, von der Caudalfläche des Humerus zum Olekranon.

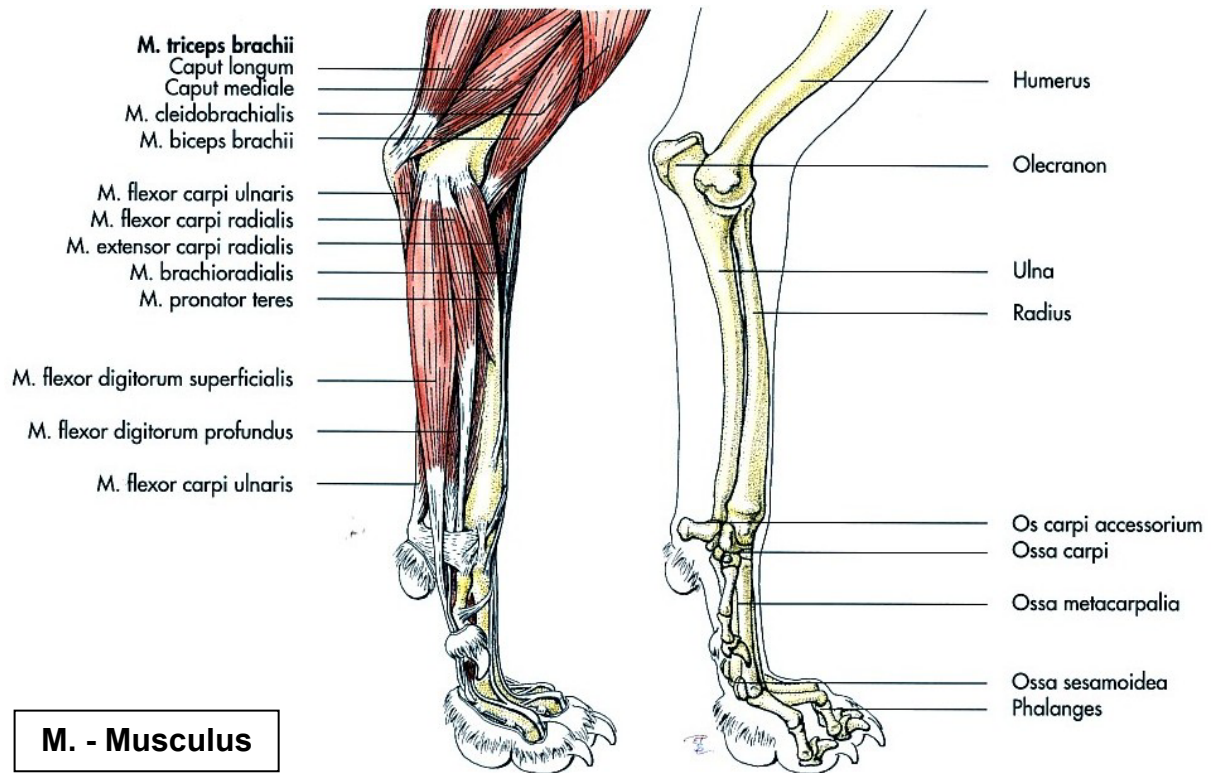
Die Beuger des Karpalgelenkes (M. flexor carpi radialis, M. flexor carpi ulnaris) und der Zehen (M. flexor digitalis superficialis und profundus) entspringen meist (mit Ausnahme des M. extensor carpi ulnaris) am Epicondylus medialis humeri. Gleiches gilt für den M. pronator teres, der für die Pronation verantwortlich ist und zum Radius zieht.

Die Strecker des Karpalgelenkes (M. extensor carpi radialis) und der Zehen (M. extensor digitalis profundus und superficialis) haben am Epicondylus lateralis ihren Ursprung. Dort entspringt auch der M. extensor carpi ulnaris, der aber entgegen seinem Namen als Beuger funktioniert. Der M. supinator als Gegenspieler zum M. pronator teres erstreckt sich vom Ligamentum collaterale ulnare, dem Epicondylus medialis und dem Ligamentum annulare zum dorsomedialen Radius.

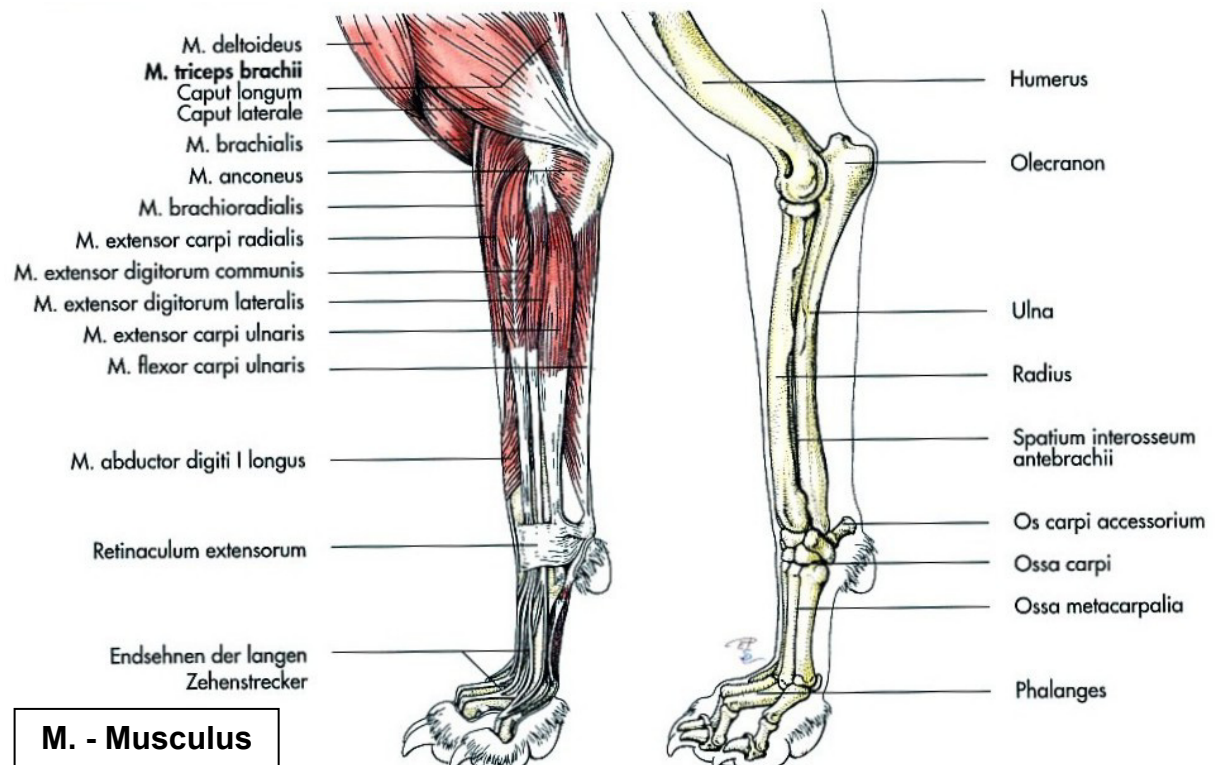
Weitere Muskeln im Bereich des Ellbogens sind der M. pronator quadratus und der M. brachioradialis.

Bei den im klinischen Alltag wichtigen chirurgischen Zugängen zum Ellbogengelenk von medial sind folgende Muskeln von cranial nach caudal zu finden (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4): M. extensor carpi radialis, M. pronator teres, M. flexor carpi radialis, M. flexor digitalis superficialis und ggf. M. flexor carpi ulnaris (Seiferle & Frewein, 1992; Hermanson & Evans, 1993; Frewein, 1994a; Liebich et al., 2005; Constantinescu & Constantinescu, 2009).

**Abbildung 3: Schematische Darstellung der Muskeln der Vordergliedmaße des Hundes - Medialansicht (Aus: Liebich et al. (2005), Anatomie der Haussäugetiere)**



**Abbildung 4: Schematische Darstellung der Muskeln der Vordergliedmaße des Hundes - Medialansicht (Aus: Liebich et al. (2005), Anatomie der Haussäugetiere)**

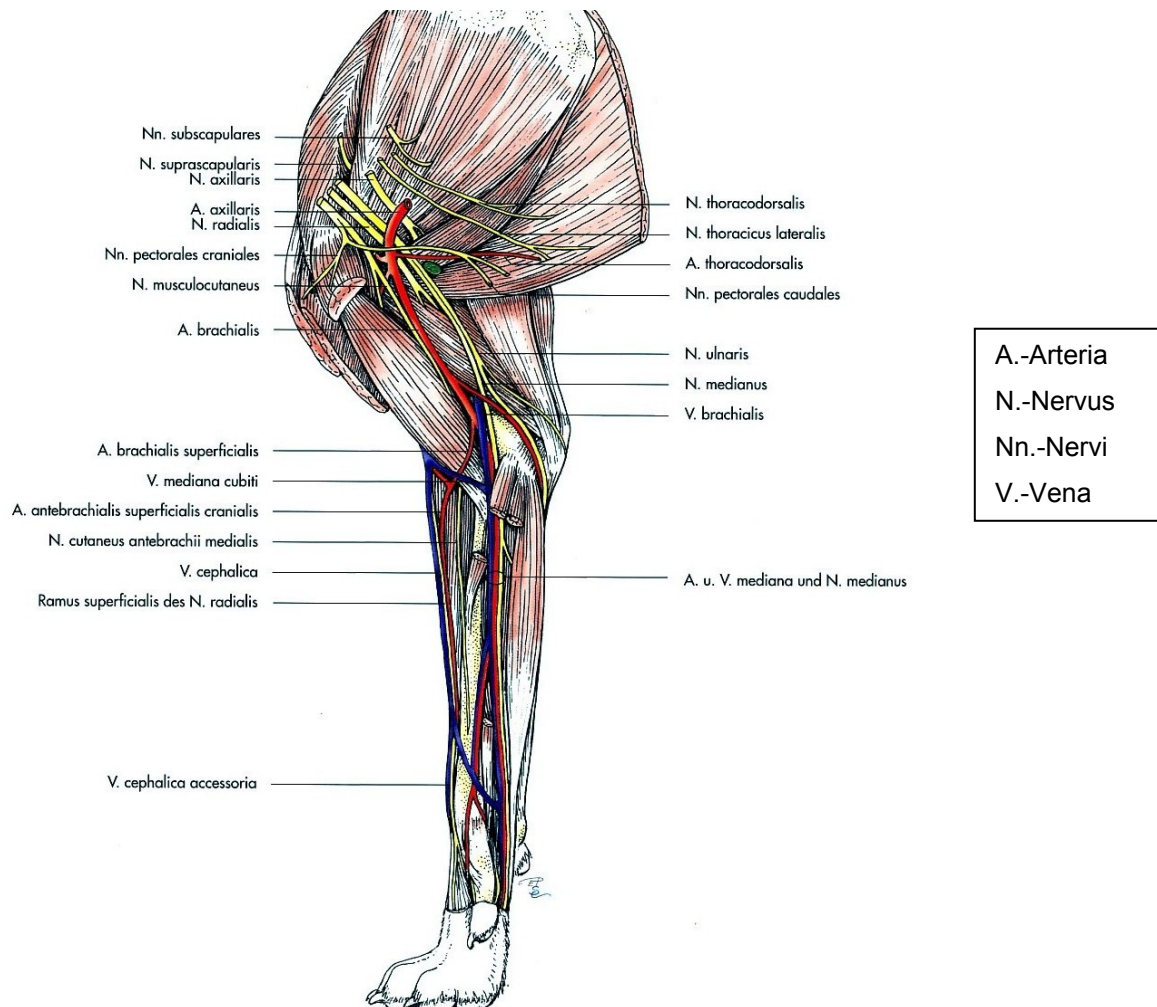


### 2.1.5 Nerven und Arterien am medialen Ellbogen

Die beiden Hauptnerven, die im Bereich des medialen Ellbogens verlaufen, sind der Nervus medianus und der N. ulnaris. Der N. medianus verläuft vom Plexus brachialis anfangs zusammen mit dem N. ulnaris über die mediale Seite von Oberarm und craniomedial am Ellbogen. Er innerviert zusammen mit dem N. ulnaris die Beuger des Karpus und der Zehengelenke, sowie bestimmte Hautareale. Der N. ulnaris entspringt ebenfalls im Plexus brachialis, zieht dann über den medialen Oberarm am Caudalrand des M. triceps brachii über die mediale Streckseite des Ellbogens zum Unterarm (Seiferle & Böhme, 1991; Frewein, 1994b; Liebich et al., 2005) (siehe Abbildung 5).

Die Arteria brachialis, die aus der A. axillaris hervorgeht, verläuft gemeinsam mit dem N. medianus über den medialen Ellbogen um nach Abzweigung der A. interossea communis in die A. mediana überzugehen (Evans, 1993c; Evans, 1993d; Kitchell & Evans, 1993; Frewein, 1994; Waibl et al., 1996; Liebich et al., 2005) (siehe Abbildung 5).

**Abbildung 5: Topographie der Leitungsbahnen der Vordergliedmaße des Hundes - Medialansicht (Aus: Liebich et al. (2005), Anatomie der Haussäugetiere)**



### 2.1.6 Biomechanik des Ellbogengelenkes

Seitenbänder, Führungsrinnen und das Einrasten des Olekranons in der Fossa olecrani verleihen dem Ellbogengelenk die Charakteristik eines einachsigen Wechsel- oder Scharniergelenkes (Nickel et al., 1992b; Waibl, 1994; Constantinescu & Constantinescu, 2009). Der Bewegungsumfang der Articulatio cubiti liegt rasseabhängig zwischen 100° und 140° (Vollmerhaus et al., 1994b; Liebich et al., 2005). Die beim Hund mögliche Supination und Pronation entsteht durch Drehen des Radius um die Ulna (Nickel et al., 1992b).

Hauptkontaktbereiche des Unterarms mit dem Humerus sind der Processus anconaeus und der Processus coronoideus medialis der Ulna, sowie der caudomediale Bereich der proximalen Radiusgelenkfläche (Preston et al., 2000). Der Processus coronoideus medialis ulnae und der Processus coronoideus lateralis ulnae tragen zusammen ca. 20-25% der Gelenklast (Berzon & Quick, 1980). Eine Studie mit Sensormessungen im Ellbogengelenk geben jedoch eine Lastverteilung zwischen Radius und Ulna (Bereich des Processus coronoideus medialis) von nahezu 1:1 an, wobei der Radius geringfügig mehr mit 51-52% belastet werden soll (Mason et al., 2005).

## **2.2 Entwicklung und Wachstum des Ellbogengelenkes beim Hund**

### **2.2.1 Verknöcherung der langen Röhrenknochen**

Die knorpeligen Platzhalter der Röhrenknochen entwickeln sich aus der Extremitätenleiste über die Stadien der Extremitätenhöcker und Extremitätenstummel. Anschließend verknöchern diese Platzhalter (Schnorr & Kressin, 2001).

Die Verknöcherung beginnt mit der Bildung des perichondralen Knochenmantels der Diaphyse vor der Geburt (van Herpen, 1988). Dabei entsteht nach Art der desmalen Verknöcherung eine Knochenmanschette. Osteogene Zellen des umgebenden Perichondriums bilden ohne Beteiligung des Knorpels als Osteoblasten Osteoid und Prokollagen, welches mineralisiert und zu Knochen umwandelt. Das Perichondrium wird nun zum Periost (Schnorr & Kressin, 2001).

Die Verknöcherung der restlichen Knochenanteile erfolgt enchondral. Der Knorpel wird blasig. Knorpelzellen bilden sich zu Mesenchymzellen zurück, die sich in Chondroklasten, welche die Knorpelsubstanz abbauen und zu Osteoblasten differenzieren. Letztere bauen entlang von Knorpelresten Geflechtknochen auf, der dann weiter zu Lamellenknochen umgebaut wird. Die enchondrale Ossifikation geht bei den langen Röhrenknochen von drei Verknöcherungskernen, dem Diaphysenkern, sowie einem proximalen und distalen Epiphysenkern aus. Zwischen diesen liegt eine Zone des Säulenknorpels, aus welcher bis zum Schluss der Epiphysenfugen das Längenwachstum ausgeht. Weitere Verknöcherungszentren für größere Knochenfortsätze treten spezifisch für die einzelnen Knochen und Rassen ebenfalls auf (Schnorr & Kressin, 2001).

### **2.2.2 Entwicklung des Ellbogengelenkes**

Die genauen Zeitpunkte des Auftretens und des Verwachsens der Ossifikationszentren sind rassespezifisch und auch durch äußere Faktoren (z.B. Ernährung) bedingt (van Herpen, 1988). Die chronologische Reihenfolge ist jedoch meist gleich (Hare, 1961).

Der distale Humerus entwickelt sich aus drei Verknöcherungskernen. Ein Verknöcherungskern für den lateralen Anteil der Epiphyse, das Capitulum. Er tritt in der 2.-3. Lebenswoche radiologisch in Erscheinung. Das Verknöcherungszentrum für den medialen Teil der Epiphyse, der Trochlea ist zwischen 2. und 4. Woche zu erkennen. Beide Zentren fusionieren ca. in der 6. Lebenswoche. Der Epikondylus medialis besitzt einen eigenen Verknöcherungskern, der in der 5.-8. Woche auftritt und sich im 6. Lebensmonat mit der



übrigen distalen Epiphyse verbindet (Hare, 1961; Kealy, 1981; van Herpen, 1988; Morgan et al., 2000). Der Epiphysenfugenschluss zwischen Diaphyse und distaler Epiphyse erfolgt zwischen dem 6. und 8. Monat (Kealy, 1981; van Herpen, 1988; Waibl, 1994).

Der proximale Radius entsteht aus einem Ossifikationszentrum, das in der 3.-5. Woche erscheint (Hare, 1961; Kealy, 1981; van Herpen, 1988; Morgan et al., 2000). Die proximale Wachstumsfuge schließt sich mit sechs bis elf Monaten (van Herpen, 1988; Kealy, 1981; Morgan et al., 2000).

Im Bereich der proximalen Ulna gibt es bei großen Hunderassen zwei Verknöcherungskerne. Das Ossifikationszentrum des Olekranons tritt zwischen 4.-10. Woche auch bei kleineren Hunderassen auf (Hare, 1961; Kealy, 1981; van Herpen, 1988) und verwächst bis zum 6.-10. Monat mit der Ulnadiaphyse (Kealy, 1981; Morgan et al., 2000). Das Verknöcherungszentrum des Processus anconaeus tritt mit 8.-18. Wochen auf und verbindet sich als erstes zwischen der 16.-24. Woche (Deutscher Schäferhund 16.-20. Woche (Schulz & Krotscheck, 2003)) mit der Ulnadiaphyse (van Herpen, 1988; Guthrie et al., 1992a; Morgan et al., 2000). Der dicke Knorpel des Processus coronoideus medialis ulnae besitzt kein eigenes Ossifikationszentrum und verknöchert von der Basis zur Spitze (Olsson, 1983; van Herpen, 1988; Guthrie et al., 1992a). Die Verknöcherung ist zwischen der 12. und 24. Woche abgeschlossen (van Herpen, 1988; Morgan et al., 2000). Die Ausrichtung der Trabeculae, sowie die Ausbildung einer glatten Oberfläche geschieht am Processus coronoideus medialis ulnae im Vergleich zu anderen Knochen relativ schnell. Dies wird mit der starken Belastung begründet (Wolschrijn & Weijs, 2004; Wolschrijn & Weijs, 2005). Die Form der Incisura trochlearis verändert sich mit zunehmendem Wachstum von ellipsoid zu einer eher rundlichen Form (Breit et al., 2005).

## **2.3 Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae**

### **2.3.1 Definitionen**

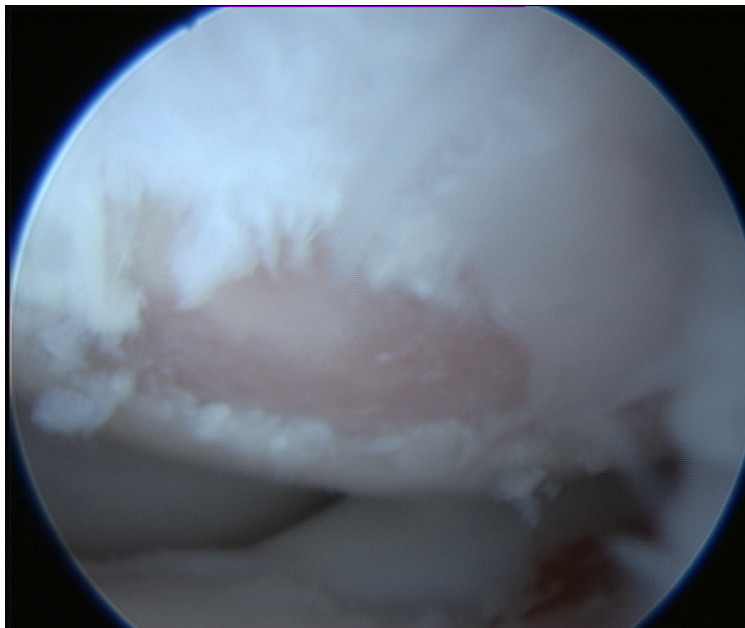
#### **Ellbogendysplasie (ED):**

*„Die Ellbogendysplasie ist eine abnormale Entwicklung des Ellbogengelenkes (Schulz & Krotscheck, 2003).“*

Abhängig von den Autoren gibt es verschiedene Definitionen und Meinungen darüber, welche Erkrankungen zu diesem Sammelbegriff gehören. Die drei wichtigsten und häufigsten Erkrankungen sind der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FCP), die Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD) und der isolierte Processus anconaeus (IPA) (Morgan et al., 2000; Johnson & Hulse, 2002; Schulz & Krotscheck, 2003; Fitzpatrick & Yeadon, 2009). Auch Anomalien des Gelenkknorpels und Inkongruenzen werden zur ED gezählt (Morgan et al., 2000). Die International Elbow Working Group definiert die ED als FCP, OCD, IPA, sowie eine Inkongruenz des Ellbogengelenkes (Hazewinkel, 2008).

Die *Osteochondrosis dissecans* ist eine Störung der enchondralen Ossifikation, die zur Ablösung einer Knorpelschuppe führen kann (siehe Abbildung 6). Kommt es nicht zur Bildung einer Schuppe, wird meist von einer Osteochondrose (engl. osteochondrosis) gesprochen (Johnson & Hulse, 2002; Schulz & Krotscheck, 2003).

#### **Abbildung 6: Arthroskopisches Bild einer Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri**

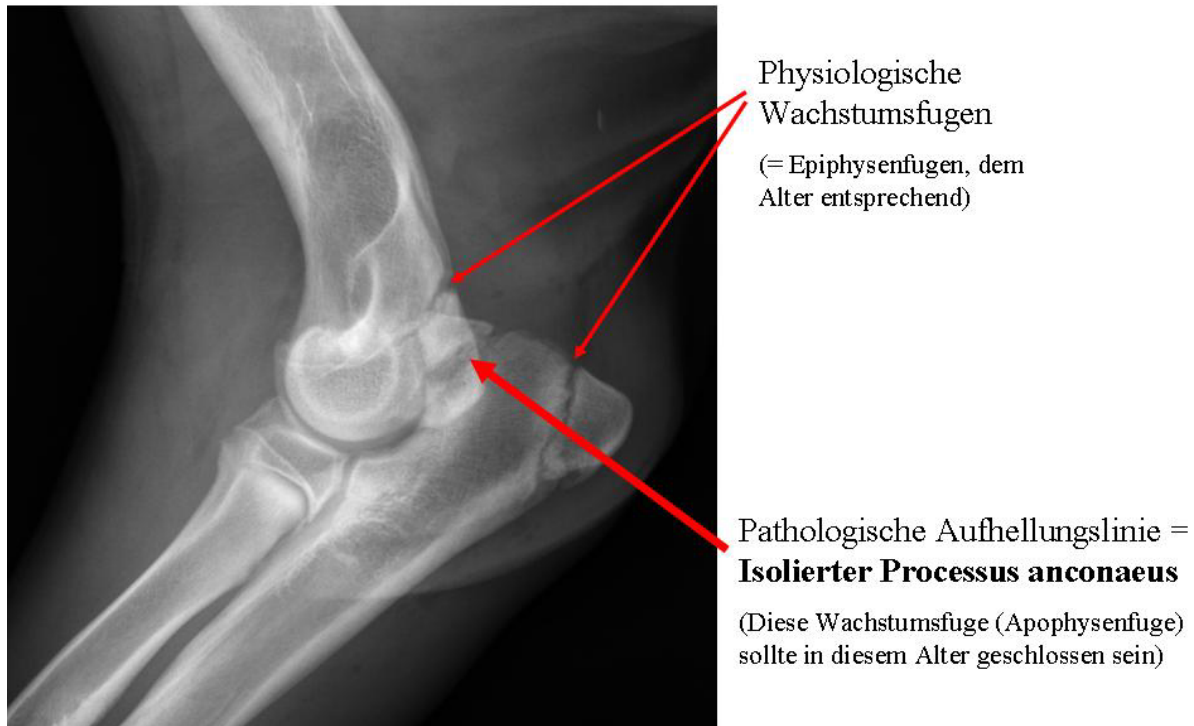


Arthroskopisches Bild des linken Ellbogengelenkes eines 2,5-jährigen Mischlingsrüden mit einer Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri. Der rötliche, subchondrale Knochen ist nach Ablösen der Knorpelschuppe deutlich sichtbar.



Beim *isolierten Processus anconaeus* (vgl. Abbildung 7) schlägt die Vereinigung des eigenen Verknöcherungskerns (Apophyse) des Processus anconaeus mit dem Rest der Ulna fehl, die normalerweise bis zur 20. Lebenswoche abgeschlossen ist (Johnson & Hulse, 2002; Schulz & Krotscheck, 2003).

**Abbildung 7: mediolaterales Röntgenbild eines Ellbogengelenkes mit einem isolierten Processus anconaeus bei einem 6,5 Monate alten Bernhardiner**



#### Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FCP)

„Der Begriff fragmentierter Processus coronoideus beschreibt eine Separation eines Teils des Processus coronoideus medialis von der Ulna, die zu einer Lahmheit und zu degenerativen Gelenkveränderungen führt (Johnson & Hulse, 2007).“

Die Erkrankung wird zum ersten Mal im Jahre 1974 durch Olsson als „united coronoid process“ beschrieben. Dieser Ausdruck wurde genutzt, da ein eigenes Ossifikationszentrum vermutet wurde (Olsson 1974; Tirgari, 1974; Grondalen, 1979 a,b,c; Denny & Gibbs, 1980); Histologische Untersuchungen zeigen jedoch kein eigenes Ossifikationszentrum, sondern eine Verknöcherung von der Basis zur Spitze des Koronoids (Olsson, 1983; van Herpen, 1988; Guthrie et al., 1992a). Daher hat sich die Bezeichnung fragmentierter Processus coronoideus (medialis ulnae) (abgekürzt als FPC) durchgesetzt. Im englischen Sprachgebrauch als „fragmented coronoid process“, kurz FCP, bezeichnet.

Verschiedene Formen des fragmentierten Processus coronoideus können auftreten:

Fragmente können in situ oder frei vorliegen. Es kann sich um einzelne und mehrere Fragmente handeln (Grondalen, 1979 a,b; Read et al., 1990; Bardet & Bureau, 1996; Van Ryssen & van Bree, 1997).

Fissuren betreffen entweder nur den Knorpel oder den Knochen des Processus coronoideus medialis oder beide Anteile (Grondalen & Grondalen, 1981; Read et al., 1990; Bardet & Bureau, 1996; Van Ryssen & van Bree, 1997). Sie werden von einigen Autoren als Vorstufen zur Fragmentierung angesehen, die aber nicht zwangsläufig in dieser enden müssen (Grondalen & Grondalen, 1981; Read, 1993; Schleich, 1997).

Knorpelschäden und ein weicher, avitaler Processus coronoideus medialis sind eine weitere Form (Grondalen, 1979c; Read et al., 1990; Bardet & Bureau, 1996; Bardet, 1997b; Snaps et al., 1997; Van Ryssen & van Bree, 1997; Fitzpatrick & Yeadon, 2009).

Aus dem Grund, dass oftmals kein Fragment vorliegt, bevorzugen einige Autoren den Ausdruck „Koronoiderkrankung = Medial Coronoid Process Disease“ (Morgan et al., 2000; Moores et al., 2008; Fitzpatrick & Yeadon, 2009) oder „Medial Coronoid Process Pathology“ (McCarthy, 2005). Auch die Begriffe „Medial Compartment Disease“ (Moores et al., 2008; Böttcher et al., 2009; Fitzpatrick et al., 2009b) oder „mediales Kompartmentsyndrom“ (Werner et al., 2008) werden in diesem Zusammenhang verwendet, stellen aber keine Synonyme dar, sondern beschreiben v.a. hochgradige arthrotische Veränderungen (Knorpelerosionen), die den gesamten medialen Gelenkbereich (nicht nur den Processus coronoideus medialis ulnae) betreffen.

### 2.3.2 Ätiologie und Pathogenese

#### Ätiologie

Neben der genetischen Basis der Erkrankung, werden diätetische, hormonelle sowie traumatische Faktoren diskutiert (Ekman & Carlson, 1998; Richardson & Zentek, 1998). Untersuchungen beziehen sich häufig auf OCD und FCP, oder auf die Ätiologie der OCD, bzw. einer Osteochondrose (vgl. Pathogenese).

Das Auftreten einer Osteochondrose ist bei vielen Tierarten bekannt und ist gerade beim Schwein stark abhängig von Energieaufnahme und daraus resultierenden hohen Wachstumsraten (Olsson & Reiland, 1978; Reiland 1978; Richardson & Zentek, 1998). Auch beim Hund wird gezeigt, dass hochenergetische Diäten das Risiko für eine Osteochondrosis dissecans erhöhen (Hedhammar et al, 1974; Richardson & Zentek, 1998). Gerade große,

schnellwachsende Rassen sind daher häufig betroffen (Hayes et al., 1979; Richardson & Zentek, 1998). Hohe Kalziumgaben führen ebenfalls, sowohl im Zusammenhang mit einer hochenergetischen Fütterung, als auch ohne diese, zu einem häufigeren Auftreten der Erkrankung (Hazewinkel et al., 1985; Slater et al., 1992; Richardson & Zentek, 1998). Bei erhöhter Wachstumsrate kommt es zu dickeren Knorpelschichten in den Gelenken, vermutlich durch eine Imbalance zwischen Knorpelentwicklung und Knochenbildung (Schulz & Krotscheck, 2003). Die Prävalenz von Arthrosen ist bei restriktiver Fütterung signifikant niedriger, ebenso wie der Grad der Arthrosen im Ellbogengelenk (Kealy et al., 2000), so dass eine restriktive Fütterung für wachsende Hunde großer Rassen von einigen Autoren gefordert wird (Richardson & Zentek, 1998).

Den Verdacht das Hormone eine Rolle bei der Entstehung der Osteochondrose spielen könnten, zeigt eine Studie von Paatsama et al. aus dem Jahre 1971(a). Durch Gabe von Somatotropin, Thyrotropin und Corticotropin können Knorpelverdickungen und osteochondrose-ähnliche Knorpelläsionen induziert werden. In einer folgenden Studie können Somatotropin- oder Thyrotropingaben kombiniert mit mechanischer Überbelastung eine Osteochondrosis dissecans in der Schulter auslösen (Paatsama et al., 1975). Das gehäufte Auftreten bei männlichen Tieren könnte, neben dem höheren Endgewicht und somit größerer Wachstumsgeschwindigkeit, auch durch hormonelle Einflüsse bedingt sein (Ekman & Carlson, 1998; Schulz & Krotscheck, 2003).

Traumata sind eine häufige Ursache für Osteochondrosis dissecans beim Menschen (Schulz & Krotscheck, 2003). Auch beim Hund kann gezeigt werden, dass exzessive Bewegung die Wahrscheinlichkeit für eine OCD erhöht (Paatsama et al., 1975; Slater et al., 1992). Desweiteren existieren einige Fallberichte in der Literatur über traumatisch bedingte Frakturen des Processus coronoideus (Goring & Beale, 1990; Yovich & Read, 1994; Görtz et al., 2004). Bei Görtz et al. (2004) können auch histologisch keine degenerativen Veränderungen im Fragment festgestellt werden.

### Pathogenese

Bezüglich der Pathogenese des FCP gibt es zwei Theorien. Die eine Theorie besagt, dass der FCP eine Manifestationsform der Osteochondrosis ist (Denny, 1980; Bennett et al., 1981; Olsson, 1983), wohingegen die andere Hypothese die Ursache in einer Gelenkinkongruenz sieht. Dabei werden verschiedene Formen und Ursachen unterschieden. Der genaue Pathomechanismus ist bis heute noch unbekannt und das Zusammenspiel verschiedener Faktoren wird diskutiert (Van Ryssen & van Bree, 1997; Brunnberg et al., 1999; Schulz &

Krotscheck, 2003). Da bis heute kein eigenes Ossifikationszentrum gefunden werden konnte (Olsson, 1983; van Herpen, 1988; Guthrie et al., 1992a), ist die Theorie eines „united coronoid process“ (Olsson, 1974; Tirgari, 1974; Tirgari, 1980; Grondalen 1979a,b) ähnlich der Entstehung des isolierten Processus anconaeus nicht haltbar.

### *Theorie der Osteochondrose*

Die Osteochondrosis (OC), im deutschen Sprachraum auch als Osteochondrose (Degeneration von Knochen und Knorpel (Flückinger, 1992) bezeichnet, ist primär eine Störung der enchondralen Ossifikation (Paatsama et al., 1971b; Goring & Bloomberg, 1983; Flückinger, 1992), die sowohl den Gelenkknorpel, als auch den Knorpel der Wachstumszonen betreffen kann (Olsson & Reiland, 1978; Reiland, 1978). Folgen eines Auftretens in den Wachstumszonen sind Nekrosen und Wachstumsstörungen mit daraus resultierenden Fehlstellungen (Reiland, 1978).

Ist der Gelenkknorpel betroffen, wachsen und teilen sich die Chondrozyten normal, die Reifung ist jedoch gestört. Die umgebende Matrix verkalkt nicht (Hedhammar et al., 1974; Flückinger, 1992). Es kommt zu einer Dickenzunahme der Knorpelschicht (Wolschrijn et al., 2005), die dann nicht mehr per Diffusion über die Synovia ernährt werden kann. Schließlich folgt eine Nekrose im Bereich zwischen den verkalkten und nicht verkalkten Schichten (Olsson & Reiland, 1978; Flückinger, 1992). Ekman und Carlson (1998) vermuten einen Zusammenhang zwischen der Nekrose und einer Unterbrechung von kleinen Gefäßen in Knorpelkanälen, die im jungen Alter vorhanden sind. Der zum Teil nekrotische, geschwächte Knorpel kann den Belastungen nicht standhalten und es kann zur Loslösung von Knorpelteilen in Form einer Osteochondrosis dissecans oder FCP's kommen (Ekman & Carlson, 1998). Guthrie et al. (1992a) stellen fest, dass auch bei der physiologischen postnatalen Entwicklung des Ellbogengelenkes gerade an diesen beiden Stellen ohnehin bereits ein dickerer Knorpel auftritt. Sowohl freie Fragmente als auch die unregelmäßige Knorpeloberfläche, bzw. freiliegender subchondraler Knochen führen zu einer Arthritis mit entsprechenden Symptomen (Berzon, 1979; Berzon, 1983; Goring & Bloomberg, 1983; Olsson, 1983; Flückinger, 1992; Ekman & Carlson, 1998).

Für Morgan und Mitarbeiter (2000) ist das häufige gemeinsame Auftreten verschiedener Formen der Ellbogendysplasie ein Hinweis auf eine gemeinsame Pathogenese. Dies wird aber nicht durch Zahlen oder weitere Untersuchungen bestätigt.

### *Theorie der Inkongruenz*

Die Literatur unterscheidet prinzipiell zwei Formen der Inkongruenz: die radioulnare Inkongruenz und die Malartikulation der Incisura trochlearis. Beide Formen führen zu einer Mehrbelastung des Processus coronoideus medialis ulnae, was zu Ermüdungsläsionen (Guthrie et al., 1992b; Danielson et al., 2006) und zu Frakturen (Wolschrijn et al., 2005) führen soll. Auch ein Verlust von Osteozyten wird beschrieben (Danielson et al., 2006).

Bei der *radioulnaren Inkongruenz* ist der Radius im Vergleich zur Ulna zu kurz. Es entsteht eine Stufe zwischen Ulna- und Radiusgelenkfläche. Der laterale Anteil des Processus coronoideus medialis der Ulna, eine der Hauptlokalisationen von Fragmenten, wird mehr belastet, möglicherweise überlastet. Eine radioulnare Stufe zusammen mit einem FCP wird bei diversen Autoren beschrieben (Wind, 1986; Wind & Packard, 1986; Macpherson et al., 1992; Gemmill et al., 2005). Brunnberg et al. (1999) beschreiben eine Stufenbildung bis 4 mm Größe bei Berner Sennenhunden nach computergestützter Auswertung von Röntgenbildern im Zusammenhang mit dem vermehrten Auftreten von Arthrosen und radiologischen Befunden, die u.a. auch beim FCP auftreten können. In einer in vitro Studie von Preston et al. (2001) kann gezeigt werden, dass eine Verkürzung des Radius in einem vorher unauffälligen Gelenk zu einer veränderten Gelenkkontaktfläche führt. Die Kontaktfläche im Bereich des medialen Radius verkleinert sich, die im Bereich der lateralen Anteile des Processus coronoideus medialis wird größer. Daher vermuten die Autoren auch eine Erhöhung der Belastung auf das Koronoid.

Meyer-Lindenberg und Mitarbeiter (2006) diagnostizieren jedoch bei 8 von 137 Gelenken mit einem isolierten Processus anconaeus einen FCP und eine zu kurze Ulna. Kramer et al. (2006) zeigen in ihrer Studie, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Fragmentierung und radioulnarer Inkongruenz in ihrem Patientengut gibt.

Folgende Ursachen werden für die Entstehung einer intraartikulären Stufe aufgrund eines zu kurzen Radius beschrieben:

1. vorzeitiger Schluß der proximalen oder distalen Radiusepiphysenfuge:

Eine Fragmentierung des Koronoids wird bei einem vorzeitigen Radiusfugenschluß und folgender humeroradialer Subluxation beschrieben, was diese Entstehungstheorie unterstützt (Barr & Denny, 1985; Macpherson et al., 1992; Schulz & Krotscheck, 2003).

2. verzögertes Wachstum der proximalen oder distalen Radiusfuge:

Ein verzögertes Wachstum der Radiusfuge aus nicht näher spezifizierten Gründen (Chondrose, Genetik) wird von Schawalder (1990) als mögliche Ursache angesehen.

### 3. „Lag-Phase“ des Radius:

Als eine weitere Erklärung zum Auftreten einer radioulnaren Stufe wird die im fünften Monat auftretende Phase im Wachstum des Radius diskutiert, in der dieser im Vergleich zur Ulna langsamer wächst. Durch den verminderten Druck stimuliert, wächst der Radius dann vermehrt, bis das Niveau der Ulna erreicht ist. Die vorübergehende Stufenbildung in Kombination mit einem noch schwachen Processus coronoideus medialis könnte eine Fragmentierung erklären (Wind, 1982; Wind & Packard, 1986; Macpherson et al., 1992; Morgan et al., 2000).

Fitzpatrick & Yeadon (2009) beschreiben neben der statischen radioulnaren Inkongruenz die Möglichkeit einer dynamischen radioulnaren Inkongruenz.

Die *Inkongruenz der Incisura trochlearis* im Vergleich zur Trochlea humeri und die daraus resultierende Malartikulation ist die zweite Form der Inkongruenz, die sowohl zu einer Überlastung des Koronoids, als auch im Bereich des Processus anconaeus führen kann. Die Trochlea humeri ist zu groß für die nicht in ausreichender Größe entwickelte Incisura trochlearis und die Incisura ist nicht rund, sondern hat eine mehr elliptische Form. Dadurch kommt es zu einer Verlagerung der Trochlea humeri nach cranial und zu einer vermehrten Belastung der beiden cranialen Punkte der Ulnagelenkfläche, dem Processus coronoideus medialis und dem Processus anconaeus, was das Auftreten eines fragmentierten Processus coronoideus und/oder eines isolierten Processus anconaeus ermöglicht (Wind, 1982; Wind, 1986; Schleich 1997; Morgan et al., 2000; Schulz & Krotscheck, 2003; Meyer-Lindenberg et al., 2006).

Viehmann et al. (1999) finden bei computerunterstützter Auswertung von Röntgenbildern der Ellbogen bei Berner Sennenhunden im Vergleich zu Rhodesian Ridgebacks eine deutlich ellipsoidere Form der Incisura trochlearis. Der Öffnungswinkel beträgt bei Rhodesian Ridgebacks, die keine Veränderungen im Gelenk zeigen, im Median 115 Grad, beim Berner Sennenhund 112 Grad. Die Berner Sennenhunde mit hochgradigen Arthrosen weisen sogar nur einen medianen Winkel von ca. 109 Grad auf.

Zu bedenken ist jedoch, dass eine gewisse Inkongruenz auch bei klinisch gesunden Hunden auftreten kann (Preston et al., 2000; Breit et al., 2005).

Weitere Modelle zur Ätiopathogenese sind das Auftreten einer Rotationsinstabilität oder ein zu starker Muskelzug des M. biceps brachii am Processus coronoideus medialis (Fitzpatrick & Yeadon, 2009).

### 2.3.3 Prävalenz, Rasse-, Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung

Viele Untersuchungen zu diesem Thema haben den fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae und die Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri gemeinsam untersucht, was bei der Interpretation der Literatur beachtet werden muss.

#### Prävalenz

In der Literatur gibt es hinsichtlich der Prävalenz starke Unterschiede bzgl. der untersuchten Rasse, Region und Zeitraum. Remy et al. (2004) stellt in den Jahren 1997-1999 eine Prävalenz für einen FCP von 14,7% bei ED-Screening fest. Meyer-Lindenberg und Mitarbeiter (2002) stellen bei Hunden, die wegen Lahmheit vorgestellt wurden, in 0-62,5% der Fälle die Diagnose FCP. Dabei treten starke Rassenunterschiede auf. Bei Beuing et al. (2005) haben 24,2% der untersuchten Berner Sennenhunde eine Ellbogendysplasie Klasse 1-4, wobei er keine speziellen Angaben zur Häufigkeit einer Koronoiderkrankung macht. Flückinger (1992) gibt die Häufigkeit des Auftretens der ED mit bis zu 50% an. Andere Studien sprechen von einer Inzidenz für die Ellbogendysplasie von 64% in 1992 und 45% in 1995 (Ubbink et al., 1999). Eine aktuelle Übersicht über die Häufigkeit der Ellbogendysplasie der einzelnen Rassen findet sich unter [www.offa.org/elbowstatbreed.html](http://www.offa.org/elbowstatbreed.html) (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Statistik der Orthopedic Foundation for Animals über die Häufigkeit der Ellbogengelenkdysplasie bei einigen Hunderassen ([www.offa.org/elbowstatbreed.html](http://www.offa.org/elbowstatbreed.html)) Stand 12/2008

<b>Rasse</b>	<b>Häufigkeit dysplastischer Ellbogengelenke in %</b>
Berner Sennenhund	28,8
Chow Chow	47,3
Deutscher Schäferhund	19,4
Golden Retriever	11,4
Labrador Retriever	11,1
Rottweiler	40,7

#### Rasse

Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FCP) tritt vor allem bei großen Hunderassen auf. Hierzu gehören insbesondere Labrador Retriever, Golden Retriever, Deutscher Schäferhund, Berner Sennenhund, Rottweiler und Chow Chow (Hayes et al., 1979; Denny, 1980; Grondalen & Grondalen, 1981; Wind & Packard, 1986; Read et al., 1990; Walde & Tellhelm, 1991; van Bree & Van Ryssen, 1995; Bardet & Bureau, 1996; Schleich,

1997; Ubbink et al., 1999; Janthur et al., 2000; Morgan et al., 2000; LaFond et al., 2002; Meyer-Lindenberg et al., 2003). Der FCP kann aber auch bei kleineren Rassen vorkommen (Beagle, Sheltie, etc.) (Lewis et al., 1989). Die Rasseverteilung unterliegt starken regionalen Unterschieden und modischen Schwankungen. Groendalen (1979b) sieht vor allem bei breitbrüstigen Rassen eine Prädisposition für Erkrankungen der Ellbogengelenke im Allgemeinen.

### Alter

Betroffene Tiere zeigen erste klinische Symptome im Alter von 4-12 Monaten (Groendalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Denny, 1980; Fox et al., 1983; Probst et al., 1988; Read et al., 1990; Studdert et al., 1991; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1997; Meyer-Lindenberg et al., 2003), wobei diesen häufig keine ausreichende Beachtung geschenkt und in der Regel keine Diagnose gestellt wird.

Meij et al. (1996) unterscheiden bezüglich des Alters bei Auftreten der ersten klinischen Symptome 2 Gruppen. Bei der ersten treten die Symptome im ersten Lebensjahr mit einem Altersdurchschnitt von 5,9 Monaten auf, bei der zweiten, kleineren Gruppe deutlich später mit einem Durchschnitt von 4,5 Jahren.

### Geschlechtsverteilung

Männliche Tiere sind häufiger von der Koronoiderkrankung betroffen (Mäki et al., 2000). Meist wird ein Verhältnis von 2:1 genannt (Groendalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Groendalen & Groendalen, 1981; Read et al., 1990; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1997; Lang et al., 1998; Morgan et al., 2000; Körbel et al., 2001; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Schulz & Krotscheck, 2003; Salg et al., 2006). Mögliche Begründungen für das gehäufte Auftreten beim Rüden sind das höhere Endgewicht und die größeren Wachstumsraten (Ekman & Carlson, 1998; Bennett et al., 1981; Read, 1993; Beuing et al., 2000), sowie hormonelle Einflüsse (Schulz & Krotscheck, 2003).

### Seitenverteilung

Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae ist eine Erkrankung, die nicht selten bilateral auftritt. Je nach Untersuchung wird die Häufigkeit zwischen 25% und 90% angegeben (Berzon & Quick, 1980; Denny & Gibbs, 1980; Wind & Packard, 1986; Lewis et al., 1989; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1997; Schulz & Krotscheck, 2003; Meyer-Lindenberg et al., 2003).



#### 2.3.4 Genetik und Heritabilität

Untersuchungen zur genetischen Basis des fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae sind häufig gemeinsam mit der Osteochondrosis dissecans des medialen Condylus humeri oder als Untersuchungen zur Ellbogendysplasie durchgeführt, was bei der Interpretation beachtet werden muss.

Die Vererbung scheint über einen multifaktoriellen, polygenetischen Erbgang zu erfolgen (Guthrie & Pidduck, 1990; Padgett et al., 1995; Beuing et al., 2000). Welpen von betroffenen Eltern haben ein erhöhtes Risiko an einem FCP (Studdert, et al., 1991; Ubbink et al., 2005), bzw. an Ellbogendysplasie zu erkranken (Beuing et al., 2005). Eine genetische Veranlagung zu hohem Endgewicht und somit schnellem Wachstum begünstigt die Entstehung der Erkrankung (Boudrieau et al., 1983).

Angaben zur Heritabilität schwanken zwischen 0,2 und 0,77 (Studdert, et al., 1991; Mäki et al., 2000; Guthrie & Pidduck, 1990; Grondalen & Lingaas, 1991; Beuing et al., 2005). Bei Guthrie & Pidduck (1990) ist die Heritabilität bei männlichen Tieren höher.

Untersuchungen in einer australischen Labradorzucht zeigen, dass Nachkommen betroffener Hündinnen häufiger an Ellbogengelenksarthrose erkranken (maternaler Effekt). Bei erkrankten Rüden kann dies nicht nachgewiesen werden (Studdert et al., 1991). Der maternale Effekt ist bei Mäki et al. (2000) nur geringgradig ausgeprägt. Beuing et al. (2005) geben den maternalen Effekt für die Ellbogendysplasie beim Berner Sennenhund mit 0,07 an. Der maternale Effekt ist nicht genetisch bedingt.

Die Nachzucht mit erkrankten Tieren, deren Eltern, deren Geschwister und Nachkommen sollte unterlassen werden (Guthrie & Pidduck, 1990; Grondalen & Lingaas, 1991; Padgett et al., 1995). Untersuchungen an Rottweilern und Berner Sennenhunden in Schweden bzgl. des Vorkommens der Ellbogenarthrose zeigen erste Erfolge (Swenson et al., 1997). Die Prävalenz beim Rottweiler sinkt im Zeitraum zwischen 1983 bis 1989 von ca. 52% auf ca. 42%, beim Berner Sennenhund von ca. 45% auf ca. 34%.

#### 2.3.5 Diagnose

##### Anamnese

Die ersten klinischen Anzeichen, die den Besitzern auffallen, zeigen sich meist im Alter von 4-12 Monaten (Groendalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Denny, 1980; Fox et al., 1983; Lewis, 1989; Read et al., 1990; Studdert et al., 1991; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1997; Meyer-Lindenberg et al., 2003). Lahmheiten und Steifheit an den Vordergliedmaßen sind

häufig nach Ruhe und Belastung zu sehen (Berzon & Quick, 1980; Denny, 1980; Bennett et al., 1981; Olsson, 1983; Hazewinkel et al., 1988; Probst et al., 1988; Read et al., 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992, Morgan et al., 2000, Schulz & Krotscheck, 2003). Die Tiere laufen sich nicht selten ein. Sie zeigen intermittierende, wiederkehrende oder chronische Lahmheiten. Bei beidseitiger Erkrankung ist es für den Besitzer häufig schwierig die Lahmheit zu erkennen oder eine Seite zu lokalisieren (Grondalen, 1979b; Olsson, 1983). Oftmals wird in solchen Fällen eine Bewegungsunlust beschrieben (Schulz & Krotscheck, 2003). In manchen Fällen werden die Tiere nach starker Belastung oder einem „Trauma“ dem Tierarzt vorgestellt (Henry, 1984; Probst et al., 1988; Walde & Tellhelm, 1991). Selten werden auch traumatisch bedingte Frakturen des Processus coronoideus medialis ulnae in der Literatur erwähnt (Goring & Beale, 1990; Yovich und Read, 1994; Görtz et al., 2004).

Bei fortgeschrittener Erkrankung werden auch Muskelatrophien und Umfangsvermehrungen der Ellbogengelenke erkannt (Morgan et al., 2000; Schulz & Krotscheck, 2003).

#### Klinische Befunde

Betroffene Tiere zeigen Lahmheiten wechselnden Grades, die meist gering- bis mittelgradig sind. Vor allem nach Ruhephasen und Belastung ist die Lahmheit verstärkt (Berzon und Quick, 1980; Denny, 1980; Bennett et al., 1981; Olsson, 1983; Hazewinkel et al., 1988; Probst et al., 1988; Read et al., 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992, Morgan et al., 2000, Schulz & Krotscheck, 2003). Oftmals ist bei der orthopädischen Untersuchung nur ein steifer oder veränderter Gang zu sehen (Grondalen, 1979b; Wind, 1982; Morgan et al., 2000). Des Weiteren kann häufig eine Aussenrotation der betroffenen Gliedmaße im Ellbogen festgestellt werden (Grondalen, 1979b; Bennett et al., 1981; Olsson, 1983; Hazewinkel et al., 1988; Read et al. 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Read, 1993; Bardet & Bureau, 1996; Morgan et al., 2000), um die betroffenen medialen Gelenkanteile zu entlasten (Grondalen, 1982). Lahmheiten können beim Abwärtslaufen von Treppen verstärkt sein (Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Scharvogel, 2004).

Eine Schmerzhaftigkeit kann nicht selten bei der Untersuchung bei Hyperflexion und Hyperextension (Grondalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Bennett et al., 1981; Fox et al., 1983; Olsson, 1983; Hazewinkel et al., 1988; Probst et al., 1988; Walde und Tellhelm, 1991; Fitzpatrick & Yeadon, 2009), sowie bei Druck auf den Processus coronoideus medialis ulnae bzw. auf die mediale Gelenkkapsel ausgelöst werden (Scharvogel, 2004; Fitzpatrick &

Yeadon, 2009). Dabei ist darauf zu achten, dass der Schmerz nicht durch Druck auf den Nervus ulnaris oder Nervus medianus ausgelöst wird (Grondalen, 1979b; Morgan et al., 2000). Des Weiteren werden sowohl bei Extension und gleichzeitiger Pronation (Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Scharvogel, 2004) oder Supination (Denny, 1980; Hazewinkel et al., 1988; Bardet & Bureau, 1996), als auch bei Flexion und gleichzeitiger Supination (Schawalder, 1990; Houlton, 1984; Fitzpatrick & Yeadon, 2009) Schmerzhaftigkeiten beschrieben.

Gelenkverdickungen können je nach Dauer und Chronizität der Erkrankung durch eine vermehrte Gelenkfüllung im Sinne eines akuten Arthritisschubes oder durch Fibrose der Gelenkkapsel sowie Osteophyten bedingt sein (Grondalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Olsson, 1983; Probst et al., 1988; Schawalder, 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Fox et al., 1993; Bardet & Bureau, 1996; Schulz & Krotscheck, 2003). Diese können bei der Palpation (ggf. im Seitenvergleich), in hochgradigen Fällen bei Adspektion des Tieres diagnostiziert werden. Vermehrte Gelenkfüllungen stellen sich häufig als fluktuierende Umfangsvermehrung lateral, aber auch medial am Ellbogengelenk im Bereich des Muskulus anconaeus dar (Probst et al., 1988; Scharvogel, 2004). Wohingegen Fibrosen und Osteophyten eher medial im Bereich des Epicondylus medialis als derbe Verdickung zu finden sind (Schulz & Krotscheck, 2003).

Bei weiter fortschreitender Erkrankung und zunehmenden arthrotischen Veränderungen kann es durch Kapselfibrose und osteopytären Zubildungen zu Bewegungseinschränkungen im Sinne von Streck- und Beugehemmungen kommen. In diesen arthrotisch veränderten Gelenken kann häufig eine Pseudokrepitation gefühlt werden (Grondalen, 1979b; Bennett et al., 1981; Grondalen, 1982; Fox et al., 1983; Olsson, 1983; Henry, 1984; Houlton, 1984; Fox & Roberts, 1987; Probst et al., 1988; Schawalder, 1990; Walde & Tellhelm, 1991; De Rycke et al., 2002; Schulz & Krotscheck, 2003; Scharvogel, 2004).

Aufgrund von Schmerzhaftigkeiten und Bewegungseinschränkungen, die eine Abnahme der Bewegung zur Folge haben, kommt es im weiteren Verlauf zu Muskelatrophien (Bennett et al., 1981; Henry, 1984; Lewis et al., 1989; Walde & Tellhelm, 1991; Schulz & Krotscheck, 2003).

Bei der klinischen Untersuchung ist besonders darauf zu achten, dass man das Schultergelenk nicht mit manipuliert, um keine falsch positiven Ellbogenbefunde zu erheben (Olsson, 1983; Houlton, 1984; Probst et al., 1988).

Ein Rückschluß von den klinischen Befunden auf die Veränderungen im Röntgen und in der Arthroskopie ist nicht möglich (Read et al., 1990; Fitzpatrick et al., 2009a).

## Radiologische Befunde

### Allgemeine Bemerkungen

Neben der klinischen Untersuchung ist die radiologische Untersuchung aufgrund Verfügbarkeit und Kosten die erste weiterführende Untersuchung der Wahl. Hierbei ist besonders bei der Diagnostik des FCPs auf eine hohe Qualität der Röntgenaufnahmen zu achten (Goring & Bloomberg, 1983; Olsson, 1983; Guthrie et al., 1991; Schleich, 1998; Draffan et al., 2009).

Es sollten feinzeichnende Film-Folien-Kombinationen verwendet werden (Mason et al., 1980; Olsson, 1983; Berry, 1992; Miyabayashi et al., 1995; Read et al., 1996; Schleich, 1998; Morgan et al., 2000). Die Kassetten werden auf der Tischplatte des Röntgentisches, also mit möglichst geringem Abstand zwischen Objekt und Kassette und ohne Raster verwendet (Olsson, 1983; Henry, 1984; Lewis et al., 1989; Schleich, 1998). Niedrige kV- und hohe mAs-Werte werden empfohlen (Schleich, 1998; Morgan et al. 2000). Um eine Verschlechterung der Bildqualität durch Streustrahlung zu vermindern, sollte der Primärstrahl, auch aus Gründen des Strahlenschutzes, möglichst klein eingeblendet werden (Berry, 1992; Schleich, 1998).

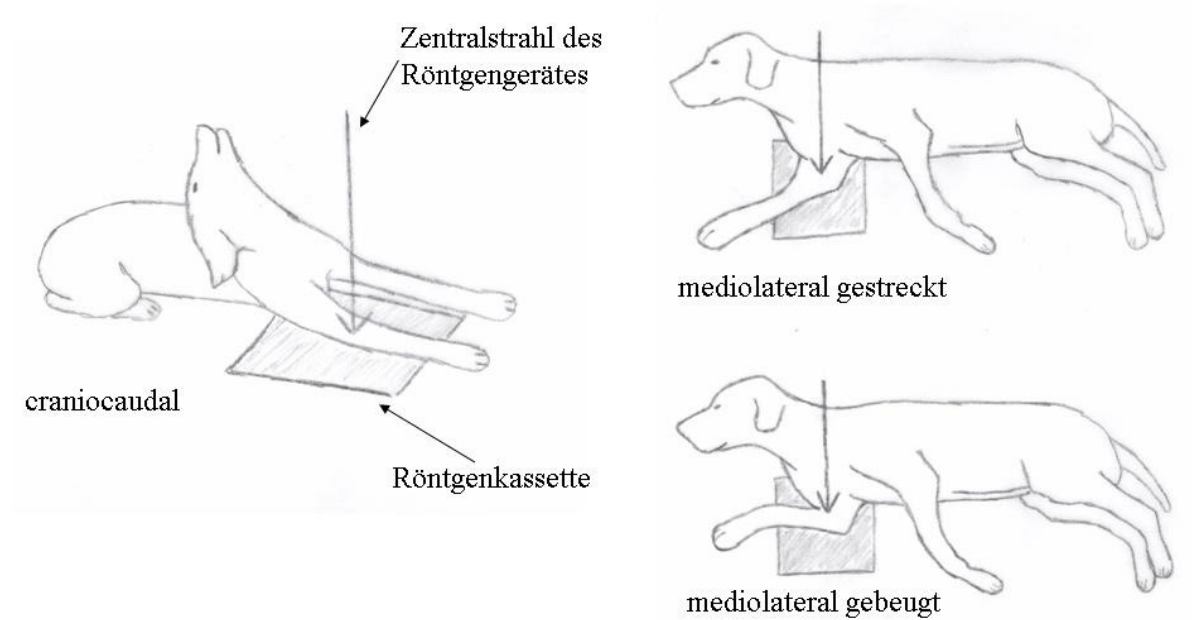
Einige Autoren empfehlen eine Sedation des Patienten zur optimalen Lagerung und aus Strahlenschutzgründen für das Personal (Robins, 1980; Bennett et al., 1981; Henry, 1984; Lewis et al., 1989; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992).

Da die Erkrankung häufig beide Ellbogengelenke betrifft, müssen beide Ellbogengelenke geröntgt werden, auch wenn klinisch nur eine Seite Symptome zeigt (Mason et al., 1980; Fox et al., 1983; Henry, 1984; Probst et al., 1988; Lewis et al., 1989; Guthrie et al., 1991; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; van Bree & Van Ryssen, 1995; Bardet & Bureau, 1996; Morgan et al., 2000; Morandi et al., 2008; Draffan et al., 2009). Da es häufig schwierig sein kann in der klinischen Untersuchung die Lahmheit eindeutig auf Schulter oder Ellbogen zu lokalisieren, rät Olsson (1983) dazu, auch die Schultern radiologisch zu untersuchen.

Zur Beurteilung der dreidimensionalen Struktur sind Aufnahmen in mindestens zwei Ebenen im rechten Winkel zueinander notwendig (Webbon & Jones, 1976; Olsson, 1983; Henry, 1984; Voorhout & Hazewinkel, 1987; Guthrie et al., 1991; Berry, 1992; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Tellhelm, 2004) (siehe Abbildung 8).

**Abbildung 8: Lagerung des Patienten zur radiologischen Untersuchung des Ellbogens (Modifiziert nach: Johnson & Hulse (2002) in Small animal surgery; Hrsg. Fossum T.W.)**

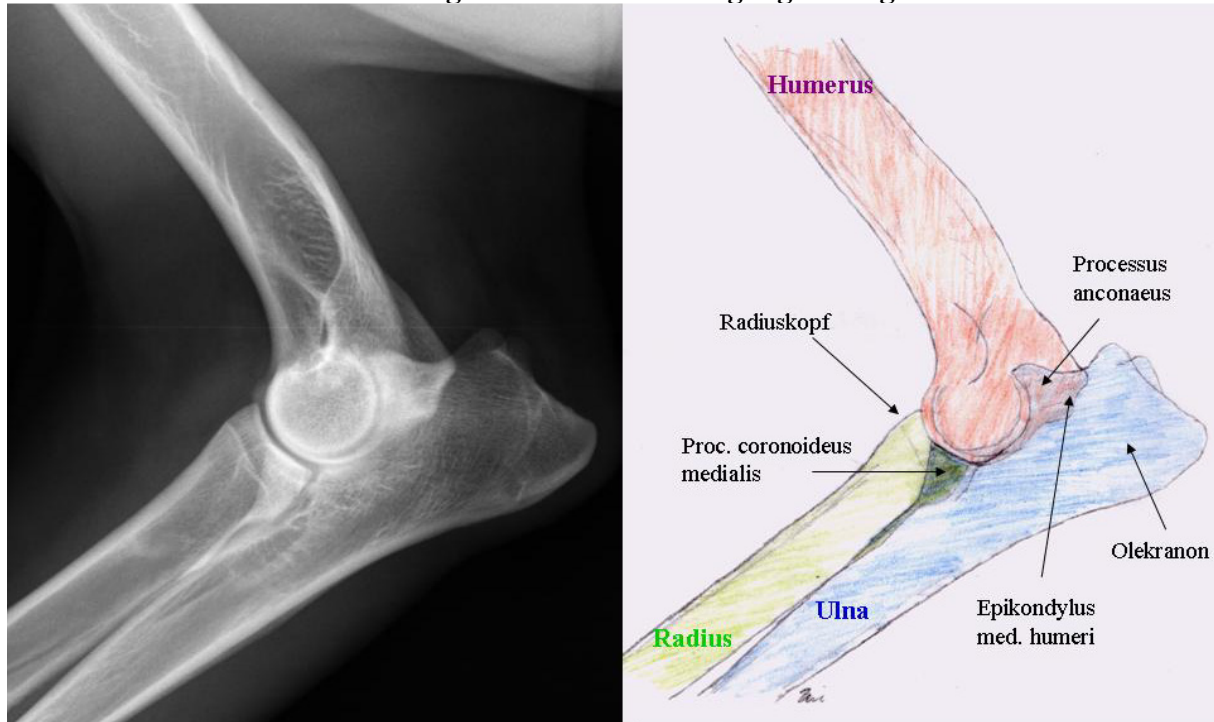
Lagerung:



## Projektionen des Ellbogens im Röntgen

- *Mediolateral gestreckt*

**Abbildung 9: Radiologisch unauffälliger Ellbogen eines einjährigen dtsch. Schäferhundes im mediolateral-gestreckten Strahlengang: Röntgenbild und Schema**

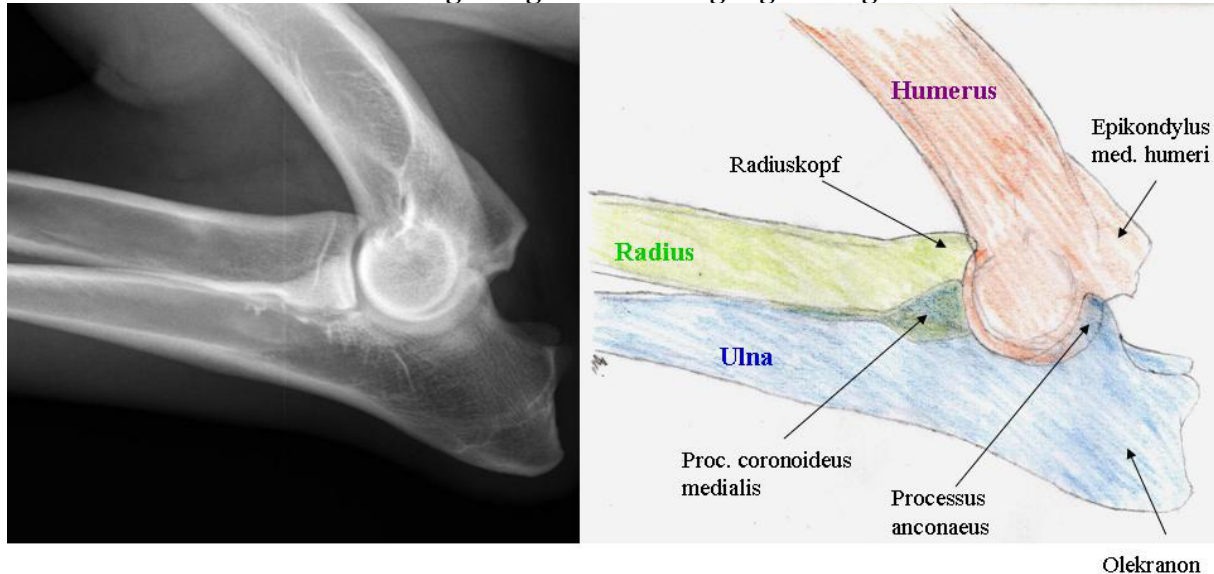


Der Ellbogen wird in einem Winkel von ca. 90°-140° positioniert (Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Morgan et al., 1999; Morgan et al., 2000). Durch eine leichte Supination (5-15°) lässt sich der Processus coronoideus medialis ulnae deutlicher darstellen und das Gelenk orthograd lagern (Voorhout & Hazewinkel, 1987; Walde & Tellhelm, 1991; Guthrie et al., 1991; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Kippenes & Johnson, 1998; Schleich, 1998; Hornof et al., 2000; Morgan et al., 2000).

Bei dieser Lagerung kann die Kongruenz der Gelenkspalten zwischen Condylus humeri, Radiuskopf und Incisura trochlearis beurteilt werden, wobei hier auf den Grad der Supination zu achten ist (Mason et al., 1980; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992). Die vordere Kontur des Processus coronoideus medialis kann begutachtet werden, ebenso Sklerosierungen im Bereich der Incisura trochlearis (Mason et al., 1980; Hornof et al., 2000). Osteophytäre Zubildungen am Radiuskopf, im Bereich der Trochlea humeri, im Bereich des Koronoids, sowie auf dem Processus anconaeus sind zu erkennen, wobei geringgradige Zubildungen durch Überlagerungen insbesondere im Bereich des Processus anconaeus bei schlechter Belichtung übersehen werden können (siehe Abbildung 9).

- *Mediolateral gebeugt*

**Abbildung 10: Radiologisch unauffälliger Ellbogen eines einjährigen dtsch. Schäferhundes im mediolateral-gebeugten Strahlengang: Röntgenbild und Schema**



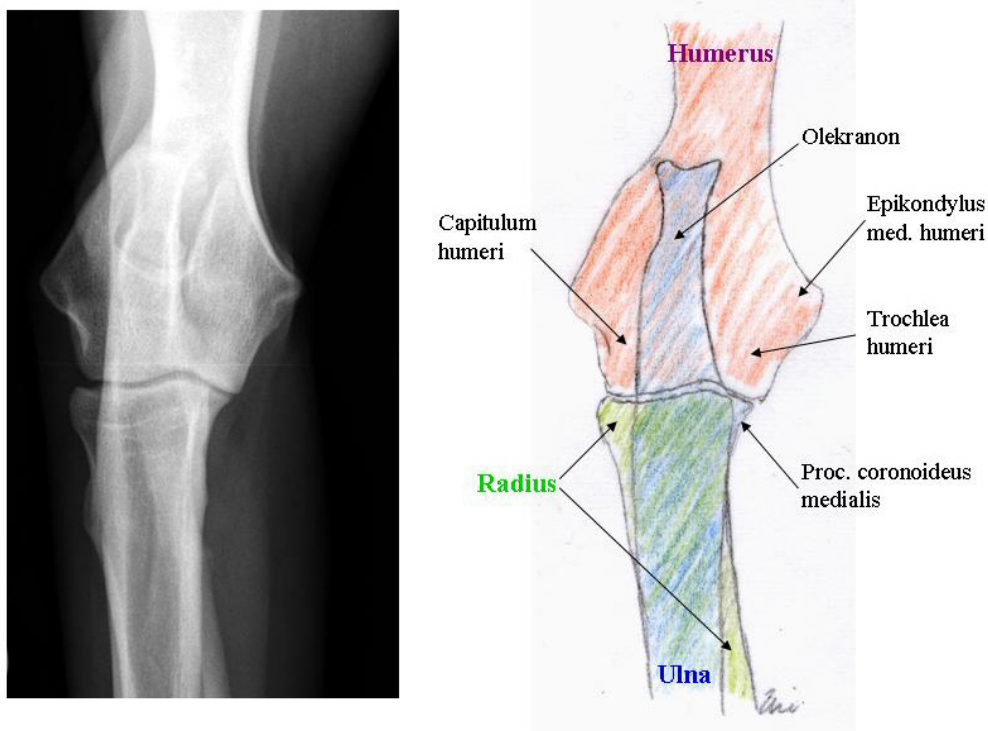
Bei der maximal gebeugten Aufnahme (siehe Abbildung 10) kann der Processus anconaeus und somit auch auf diesem befindliche arthrotische Zubildungen überlagerungsfrei dargestellt werden (Berzon & Quick, 1980; Mason et al., 1980; Robins, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Henry, 1984; Lewis et al., 1989; Walde & Tellhelm, 1991; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Cook & Cook, 2009). Diese Projektion ist vor allem zur Diagnostik oder Ausschluss eines isolierten Processus anconaeus wichtig (Berzon & Quick, 1980; Robins, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Schulz & Krotscheck, 2003; Cook & Cook, 2009).

Durch die starke Beugung des Ellbogengelenkes wird aufgrund des Muskelzuges das Gelenk in eine Adduktionsstellung gebracht. Dies wiederum führt dazu, dass der laterale Teil des Condylus humeri distal des medialen Condylus zu Liegen kommt (Morgan et al., 2000). Die Gelenkkongruenz ist so nicht beurteilbar (Robins, 1980; Hornof et al., 2000). Durch die Beugung und Rotation werden Zubildungen cranial an der Trochlea, sowie am Radiuskopf überlagert und sind schwer oder gar nicht zu diagnostizieren (Morgan et al., 2000).



- Craniocaudal

**Abbildung 11: Radiologisch unauffälliger Ellbogen eines einjährigen dtsch. Schäferhundes im craniocaudalen Strahlengang: Röntgenbild und Schema**



Die craniocaudale Aufnahme stellt die zweite Ebene zu den beiden erstgenannten Projektionen dar (siehe Abbildung 11).

Bei der streng craniocaudalen Aufnahme (vergleiche Abbildung 12a) kann die Kongruenz und Unversehrtheit der Articulatio humeroradialis, humeroulnaris und radioulnaris beurteilt werden. Osteophytäre Zubildungen medial und lateral der Gelenkflächen, an Epicondylus medialis und lateralis humeri und am Processus coronoideus medialis sind gut zu erkennen. Eine Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri ist ebenfalls sichtbar. Auch zur Unterscheidung von fakultativen Sesambeinen im Bereich des Ellbogengelenkes ist diese Lagerung wichtig (Mason et al., 1980; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1999).

Neben der streng craniocaudalen Lagerung sind noch mehrere Schrägaufnahmen beschrieben. Bei der craniolateralen-caudomedialen Schrägprojektion (craniolateral-caudomedial-oblique = crlcdmo) werden die medialen Gelenkanteile herausprojiziert (vgl. Abbildung 12b), was eine besonders gute Darstellung der Gelenkflächen von Trochlea und Processus coronoideus ermöglicht, um OCD-Läsionen, Schliffusuren, Osteophyten oder Fragmente zu erkennen. Die Grade der Rotation reichen von 10-50° (Berzon & Quick, 1980; Robins, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Voorhout & Hazewinkel, 1987; Probst et al., 1988; Lewis et al., 1989; Fehr



& Meyer-Lindenberg, 1992; Miyabayashi et al., 1995; van Bree & Van Ryssen, 1995; Boulay, 1998; Kippenes & Johnson, 1998; Schleich, 1999; Cook & Cook, 2009).

Bei der craniomedialen-craniolateralen Schrägprojektion (vgl. Abbildung 12c) lassen sich besonders die lateralen Gelenkanteile darstellen (Robins, 1980; Voorhout & Hazewinkel, 1987; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992).

Laut Haudiquet und Mitarbeiter (2002) ist die Kontur und Beschaffenheit des Processus coronoideus medialis am besten auf einer distomedialen-proximolateralen Aufnahme darzustellen.

Einige Autoren sehen dagegen keinen zusätzlichen Nutzen in Schrägaufnahmen (Mason et al., 1980; Morgan et al., 2000).

**Abbildung 12: Möglichkeiten der craniocaudalen Aufnahme incl. Schrägprojektionen im Vergleich am Beispiel eines unauffälligen Ellbogens (Deutscher Schäferhund, 1,5 Jahre)**



Abbildung 12a):  
streng craniocaudale  
Lagerung



Abbildung 12b):  
craniolateral-  
caudomediale  
Schrägprojektion



Abbildung 12c):  
craniomedial-  
craniolaterale  
Schrägprojektion

med - medial; lat - lateral

### Radiologische Befunde beim FCP (vgl. Anhang 9.3 Beispiele Röntgenbefunde)

Ein direkter röntgenologischer Nachweis der Fragmente ist aufgrund der Größe, der Lage und meist fehlender Dislokation der Fragmente oder Erscheinungsform (Fissur, avitale Spitze) häufig nicht möglich (Berzon & Quick, 1980; Mason et al., 1980; Robins, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Olsson, 1983; Probst et al., 1988; Schawalder, 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Berry, 1992; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Flückinger, 1992; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1999; Hornof et al., 2000; Fitzpatrick, 2006; Morandi et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009a). Das Stellen der (Verdachts-)Diagnose FCP basiert daher in der Regel auf indirekten sekundären Veränderungen (Mason et al., 1980; Robins, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Olsson, 1983; Lewis et al., 1989; Schawalder, 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Flückinger, 1992; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1998; Cook & Cook, 2009). Bei klinischem Verdacht auf das Vorliegen der Erkrankung, aber fehlenden oder unklaren radiologischen Veränderungen ist daher eine Röntgenkontrolle nach 4 bis 8 Wochen oder weitergehende Bildgebende Verfahren (z.B. CT) und Diagnostik sinnvoll (Robins, 1980; Olsson, 1983; Fox et al., 1983; Goring & Bloomberg, 1983; Boulay, 1998).

Sind Fragmente radiologisch nachweisbar, so sind diese vor allem auf der craniocaudalen Aufnahme zu erkennen (Berzon & Quick, 1980; Henry, 1984; Miyabayashi et al., 1995; Kippenes & Johnson, 1998; Schleich, 1999; Wosar et al., 1999). Wosar et al. (1999) halten die craniolateral-caudomediale Schrägaufnahme im Winkel von 15° am besten geeignet zur Darstellung eines Fragmentes. Bei entsprechender Größe und Röntgendichte können auch auf mediolateralen Aufnahme trotz Überlagerungen Fragmente erkannt werden. Die craniocaudale Projektion ist in solchen Fällen zur Abgrenzung von Sesambeinen, Osteophyten und Metaplasien unabdingbar.

Eine Sklerose der Ulna im Bereich caudal des Processus coronoideus medialis ist ein radiologischer Hinweis auf das Vorliegen einer Koronoidpathologie (Mason et al., 1980; Wind, 1982; Wind, 1986; Lewis et al. 1989; Berry, 1992; Macpherson et al., 1992; Flückinger, 1992; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1998; Wosar et al., 1999; Hornof et al., 2000; Fitzpatrick, 2006; Morandi et al., 2008; Cook & Cook, 2009; Draffan et al., 2009; Smith et al., 2009). Das Entstehen einer Sklerose ist Ausdruck einer verstärkten Mineralisierung des Knochens ausgelöst durch Überbelastung, Traumata oder anderen Knochenerkrankungen (Kealy, 1981; Smith et al., 2009). Das radiologische Erscheinungsbild ist eine Mischung zwischen subchondraler erhöhter Knochendichte (Sklerose) und überlagernden Osteophyten in diesem Bereich (Hornof et al., 2000; Draffan et al., 2009; Smith et al., 2009). Auch eine Mineralisierung von Weichteilgewebe kann zum

radiologischen Bild beitragen (Draffan et al., 2009). Die Sensivität zur Diagnose einer durch eine Koronoiderkrankung bedingten Arthrose liegt zwischen 77% und 96%, dabei korreliert die Stärke der Sklerose mit der Stärke der Veränderungen der Koronoiderkrankung (Draffan et al., 2009). Die radiologische Ausprägung der Sklerose scheint nicht durch die Winkelung bei Erstellen der Aufnahmen beeinflusst zu werden (Smith et al., 2009)

Im Gegensatz dazu kann der Processus coronoideus medialis selber in seiner Dichte vermindert sein (Schleich, 1998; Hornof et al., 2000).

Konturveränderungen des Processus coronoideus medialis ulnae im Sinne einer schlechten Abgrenzbarkeit oder eines großen, stumpfen Koronoids weisen ebenso auf eine Koronoiderkrankung hin (Berry, 1992; Macpherson et al., 1992; Bardet & Bureau, 1996; Boulay, 1998; Schleich, 1998; Hornof et al., 2000; Haudiquet et al., 2002; Morandi et al., 2008; Cook & Cook, 2009).

Weitere Veränderungen bestehen in der zunehmenden Arthrose des erkrankten Gelenkes. Osteophytäre Zubildungen finden sich in der Regel zuerst dorsal auf dem Processus anconaeus, aber auch cranial am Radiuskopf, am Epicondylus medialis, am Epicondylus lateralis, am Rand der Gelenkflächen der Humeruskondylen, der Incisura trochlearis und des Processus coronoideus medialis (Mason et al., 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Henry, 1984; Walde & Tellhelm, 1991; Berry, 1992; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Flückinger, 1992; Schleich, 1998; Wosar et al., 1999; Hornof et al., 2000; Morandi et al., 2008; Cook & Cook, 2009; Fitzpatrick et al., 2009a). In fortgeschrittenen Fällen sind meist alle Gelenkanteile betroffen. Das Vorliegen von geringgradigen, arthrotischen Veränderungen ohne Vorliegen einer anderen entwicklungsbedingten Erkrankung (Osteochondrosis dissecans, isolierter Processus anconaeus) gibt einen Hinweis auf einen FCP (Henry, 1984; Schulz & Krotscheck, 2003). Ein vergrößerter Weichteilschatten aufgrund von Kapselverdickungen oder Gelenkfüllungen ist ein weiterer unspezifischer radiologischer Befund (Berzon & Quick, 1980).

Auch eine Stufenbildung zwischen Radius und Ulna, sowie ein inkongruenter Gelenkspalt können im Röntgenbild gesehen werden (Wind, 1982; Wind, 1986; Lewis et al. 1989; Schawalder, 1990; MacPherson et al., 1992; Flückinger, 1992; Carpenter et al., 1993; Bardet & Bureau, 1996; Schleich, 1998; Hornof et al., 2000; Samoy et al., 2006; Morandi et al., 2008). Deren Beurteilung ist jedoch sehr schwierig und Bedarf eines erfahrenen Radiologen, da Pronations- und Supinationsbewegungen, Extension, Flexion und Position des Zentralstrahls die Darstellung und den Grad der Inkongruenz stark verändern (Wind, 1986; Murphy et al., 1998; Brunnberg et al, 1999; Hornof et al., 2000; Mason et al., 2002; Samoy et

al., 2006; Cook & Cook, 2009) und ist oft subjektiv (Schulz & Krotscheck, 2003). Murphy et al. (1998) halten eine neutrale (90°), mediolaterale Lagerung mit Zentralstrahl durch das Ellbogengelenk, sowie eine anterioposteriore Lagerung mit einem Zentralstrahl, der den Winkel der Ellbogenbeuge halbiert für am aussagekräftigsten bezüglich einer Gelenkkongruenzbeurteilung. Andere Formen der Inkongruenz, die bei einem FCP gefunden werden können, sind eine humeroulnare Inkongruenz (Inkongruenz der Incisura trochlearis), bzw. Subluxation des Humeruskondylus nach cranial (Wind, 1982; Wind, 1986; Schleich, 1998; Hornof et al., 2000; Samoy et al., 2006). Eine Visualisierung einer Inkongruenz auf Knorpelniveau ist radiologisch nicht möglich (Murphy et al., 1998).

Liegt eine Sklerose caudal des Processus coronoideus und Inkongruenz zwischen Radiuskopf und Processus coronoideus medialis oder Konturveränderungen vor, so liegt die Wahrscheinlichkeit für einen FCP bei 95,9% (Schleich, 1998).

Schliffusuren (kissing lesions) an der Trochlea humeri können je nach Erscheinungsform und Fortschreiten der Erkrankung auftreten. Sie sind häufig nicht von einer Osteochondrosis dissecans zu unterscheiden (Morandi et al., 2008).

Es gibt jedoch auch von einer Koronoiderkrankung betroffene Ellbogengelenke, die keine radiologischen Veränderungen aufweisen (Fitzpatrick et al., 2009a; Punke et al., 2009).

### Computertomographie (CT)

Die Computertomographie ist die Methode der nichtinvasiven Bildgebung mit der höchsten Sensitivität (88,2%) und relativ hoher Spezifität (84,6%) bei Erkrankung des Processus coronoideus (Carpenter et al., 1993) im Vergleich zu Arthrotomie. Eine neuere Studie, die CT mit arthroskopischen Befunden vergleicht, kommt zu einer Sensitivität von 71% und einer Spezifität von 84% (Moores et al., 2008). Es dient zum einen zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose (unter anderem bei Fraktur-/Fissurlinien parallel zur Incisura radialis), zum anderen kann durch das Wissen um die Lage, Art und Größe etwaiger Fragmente die Operation besser geplant werden (Boulay, 1998; Kippenes & Johnston, 1998; Hornof et al., 2000; Körbel et al., 2001; Rovesti et al., 2002; Moores et al., 2008; Cook & Cook, 2009). Corpora libera, Frakturen, Fissuren und Osteophyten lassen sich überlagerungsfrei und ohne Mehraufwand im Seitenvergleich darstellen (Braden et al., 1994; Körbel et al., 2001; De Rycke et al., 2002; Rovesti et al., 2002; Moores et al., 2008; Cook & Cook, 2009; Draffan et al., 2009). Auch Aussagen über Dichte und Sklerosierung einzelner Gelenkabschnitte (Reichle et al., 2000; Moores et al., 2008; Cook & Cook, 2009), sowie die Beschaffenheit der Fragmente (Carpenter et al., 1993) können getroffen werden. Die Beurteilung bei einem

unregelmäßigem oder deformierten Processus coronoideus ist oft schwierig (van Bree & Van Ryssen, 1995; Rovesti et al., 2002).

In einigen Fällen kann im CT ein Fragment dargestellt werden, dass in der Arthroskopie nicht gesehen wird. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um falsch positive Befunde (falsch interpretierte Osteophyten) oder Veränderungen bei intaktem Knorpelüberzug (Moores et al., 2008).

Eine Beurteilung der Gelenkinkongruenz ist auch mittels computergesteuerter Auswertung in der CT-Untersuchung möglich. Aussagekraft und etwaige Folgen für die Diagnostik des fragmentierten Processus coronoideus bedürfen allerdings noch weiterer Studien (Boulay, 1998; Reichle et al., 2000; Gemmill et al., 2005; Holsworth et al., 2005; Gemmill et al., 2006; Kramer et al., 2006; Moores et al., 2008; Böttcher et al., 2009). Die Beurteilung ist aber ebenso wie im Röntgen von der Lagerung abhängig, insbesondere Pronation und Supination beeinflussen die Befunderhebung (Wagner et al., 2007; House et al., 2009).

#### Weitere Möglichkeiten der Bildgebung

Die Nutzung der *Magnetresonanztomographie (MRT)* zur Diagnose des fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae ist ebenfalls möglich (Snaps et al., 1997; Snaps et al., 1998; Snaps et al., 1999; Klumpp, 2009). Sie ist aussagekräftiger als das konventionelle Röntgen mit ähnlichen Werten für Sensivität und Spezifität wie das CT (Snaps et al. 1997). Im Vergleich mit dem CT bringt das MRT keine weiteren Informationen. Eine Dichtemessung ist im Gegensatz zum CT beim MRT nicht möglich. Ein weiterer Nachteil ist, dass nicht beide Ellbogengelenke in einer Untersuchung dargestellt werden können. Der Zeitaufwand einer MRT-Untersuchung der Ellbogengelenke ist nicht zuletzt daher deutlich größer, als beim CT (Klumpp, 2009). Der großflächige Einsatz ist bisher vor allem durch die Kosten und höherem Zeitaufwand limitiert. Weitere Studien, z.B. bzgl. der Diagnostik von Inkongruenzen sind notwendig (Gemmill & Clements, 2007).

Andere röntgenologische Techniken wie *Xerographie*, *lineare Tomographie* (Fox & Roberts, 1987; Voorhout & Hazewinkel, 1987;) und *Arthrographie* sind beschrieben, bringen jedoch keine diagnostischen Vorteile gegenüber dem konventionellen Röntgen (Carpenter et al., 1993). Lediglich eine Kombination von linearer Tomographie und konventionellem Röntgen bringt eine höhere Übereinstimmung mit den intraoperativen Befunden (86,7%), vergleichbar mit der Computertomographie (Carpenter et al., 1993).

Bei der *sonographischen* Untersuchung des Ellbogengelenkes können im Falle eines fragmentierten Processus coronoideus sekundäre Gelenkfüllungen und Arthrosen dargestellt werden. Die Darstellung eines isolierten Fragmentes gelingt nur bei entsprechender Dislokation. In manchen Fällen kann die unabhängige Bewegung des Fragmentes dargestellt werden (Kramer et al., 1997; Michele et al., 1999; Knox et al., 2003). Eine Übereinstimmung zwischen Ultraschall- und Operationsbefund bzgl. einer Koronoidpathologie ist mit einem Kappa-Koeffizienten von -0,014 nicht vorhanden. In 23 von 51 Fällen, bei denen intraoperativ ein disloziertes Fragment gefunden wird, werden diese im Ultraschall nicht erkannt. Bei Fissuren und nicht dislozierten Fragmenten ist dies sogar in 50 von 55 Gelenken der Fall (Seyrek-Intas et al., 2009).

In der Szintigraphie zeigt sich meist eine Signalanhebung im gesamten Gelenk in der Knochenphase. Eine genauere Differenzierung ist aufgrund der Größe des Ellbogengelenkes und dem dünnen Weichteilmantel in der Regel nicht möglich. Die Szintigraphie erlaubt nur die Lokalisierung einer Lahmheit auf den Ellbogen (Cook & Cook, 2009).

#### Intraoperative Befunde (vgl. Anhang 9.4 Beispiele arthroskopischer Befunde)

Die im Folgenden beschriebenen Befunde sind intra operationem bei einer Koronoiderkrankung zu finden. Die Befunderhebung kann durch eine minimalinvasive Arthroskopie oder eine Arthrotomie erfolgen. Ein Vergleich der Methoden ist in Kapitel 2.4.4 zu finden.

Chondromalazien, Fissuren, freie Fragmente, sowie Fragmente in situ im Bereich des Koronoids können diagnostiziert werden, evtl. in Kombination mit unterschiedlich ausgeprägten Knorpelschäden des nicht fragmentierten Teils des Processus coronoideus. Bei einer Fragmentierung können ein oder mehrere Fragmente vorliegen (Grondalen, 1979a; Read et al., 1990; van Bree & Van Ryssen, 1995; Van Ryssen & van Bree, 1997; Moores et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009a). Die Größe wird von 1x1x2 mm bis 6x6x12mm beschrieben. Fragmente können komplett mit Knorpel überzogen sein, an der der Ulna zugewandten Seite mit Bindegewebe verbunden sein oder eine knöcherne Frakturfläche besitzen (Mason et al., 1980; Grondalen & Grondalen 1981; Guthrie, 1989). Über den Verlauf der Fraktur- bzw. Fissurlinien gibt es unterschiedliche Aussagen und Einteilungen. Vor allem schräge Verläufe mit Einbeziehen der Spitze oder bogenförmige Linien im Bereich der Incisura radialis werden beschrieben (Mason et al., 1980, Grondalen & Grondalen, 1981; Guthrie, 1989; Schawalter, 1990; Schleich, 1997). Fissuren können entweder nur den Knorpel oder Knorpel und

subchondralen Knochen betreffen (Grondalen & Grondalen, 1981; Read et al., 1990; Lewis et al., 1989; Van Ryssen & van Bree, 1997).

Schliffusuren, auch „kissing lesions“ genannt, an der gegenüberliegenden Trochlea humeri können je nach Stadium der Knorpelerosionen von einer Osteochondrosis dissecans unterschieden werden (Grondalen & Grondalen, 1981; Guthrie, 1989; Read et al., 1990; van Bree & Van Ryssen, 1995; Van Ryssen & van Bree, 1997; Janthur et al., 2000; Fitzpatrick et al., 2009a).

In den meisten Fällen findet man eine Synovialitis unterschiedlichen Grades (Grondalen & Grondalen, 1981; van Bree & Van Ryssen, 1995; Janthur et al., 2000; Fitzpatrick et al., 2009a).

Unter Berücksichtigung der Gelenkposition ist auch eine Beurteilung der Gelenkinkongruenz möglich, jedoch oftmals schwierig (Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005; Wagner et al., 2007; Werner et al., 2008). Wagner et al. (2007) objektivieren die Beurteilung der Inkongruenz in ihrer in vitro Studie durch Einbringen eines genormten Tasthakens. Bei Werner et al. (2008) befindet sich, bei einer in vitro Studie in der 93% der 72 Stufen korrekt beurteilt werden, auf dem Tasthaken eine Messskala. Fraglich ist jedoch, ob diese Ergebnisse auf erkrankte Tiere zu übertragen sind (Werner et al., 2008).

In fortgeschrittenen Fällen kann es zu sekundären Knorpelerosionen und arthrotischen Veränderungen (Osteophytenbildung) in allen einsehbaren Gelenkanteilen (Radiusgelenkfläche, Capitulum humeri, Incisura trochlearis, Processus coronoideus lateralis) kommen (Van Ryssen & van Bree, 1997; van Bree & Van Ryssen, 1998; Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005).

Das Gelenk muss auf evtl. zusätzlich vorliegende Erkrankungen untersucht werden, die ebenso intraoperativ zu erkennen sind (Janthur et al., 2000).

### 2.3.6 Differentialdiagnosen

Die als erste zu nennende Differentialdiagnose zur Koronoiderkrankung ist die Osteochondrosis dissecans (OCD) des Ellbogengelenkes (Mason et al., 1980; Johnson & Hulse, 2002). Ferner kann, der ebenfalls zur Ellbogendysplasie gehörende, isolierte Processus anconaeus (IPA), ggf. in Kombination mit FCP und OCD vorkommen (Johnson & Hulse, 2002). Fugentraumen können durch Wachstumsstörungen zu dysplastischen Ellbogengelenken führen (Morgan et al., 2000, Johnson & Hulse, 2002).

Freie Fragmente eines fragmentierten Processus coronoideus sind von Verkalkungen z.B. in der Endsehne des M. flexor carpi radialis oder M. pronator teres (Henry, 1984; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992), sowie von fakultativen Sesambeinen zu unterscheiden (Väänänen & Skutnab, 1978; Berzon & Quick, 1980; Mason et al., 1980; Wood et al., 1985; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992).

Arthrosen im Ellbogengelenk durch Traumen, Gelenkfrakturen oder chronische Entzündungen (z.B. bedingt durch Infektionen) sind ebenfalls möglich und gerade bei älteren Tieren müssen auch tumoröse Veränderungen in Betracht gezogen werden (Walde & Tellhelm, 1991; Morgan et al., 2000).

Auch Erkrankungen des Schultergelenks (z.B. Osteochondrosis dissecans) sind auf der Liste der Differentialdiagnosen zu nennen, da die klinische Lokalisierung der Schmerzhaftigkeit oftmals schwierig ist (Olsson, 1983; Probst et al., 1988; Carpenter et al., 1993; Johnson & Hulse, 2002). Die Panostitis (eosinophilica) ist ebenfalls eine Erkrankung, die auch aufgrund des Auftretens bei Jungtieren, beachtet werden muss (Walde & Tellhelm, 1991; Carpenter et al., 1993; Morgan, 2000; Johnson & Hulse, 2002). Des Weiteren kommen auch andere Erkrankungen der Vordergliedmaße in Frage (wie z.B. Frakturen und (Sub-)Luxationen) (Carpenter et al., 1993; Johnson & Hulse, 2002).

### 2.3.7 Therapie

#### konservative Therapie

Ansätze einer konservativen Therapie sind adäquate, kontrollierte Bewegung bei der Überlastungen vermieden werden und Muskulatur aufgebaut wird. Hinzu kommen auch eine Gewichtskontrolle und eine entsprechende Ernährung des Hundes (Houlton, 1984; Read et al., 1990; Boulay, 1998; Morgan et al., 2000; Schulz & Krotscheck, 2003; Fitzpatrick & Yeadon, 2009; Huck et al., 2009; Sanderson et al., 2009). Physiotherapie ist hilfreich (Canapp et al., 2009; Fitzpatrick & Yeadon, 2009; Sanderson et al., 2009). Diese Prinzipien des Arthrosemanagements sind auch nach einer chirurgischen Therapie sinnvoll. Bei den Medikamenten, die oft in Kombination mit einer chirurgischen und konservativen Therapie eingesetzt werden, sind an erster Stelle analgetische Präparate wie die nichtsteroidalen Antiphlogistika zu nennen (Read et al., 1990; Huibregste et al., 1994; Boulay, 1998; Johnson & Hulse, 2002; Brunnberg et al., 2007; Fitzpatrick & Yeadon, 2009; Sanderson et al., 2009). Aber auch bei Therapien mit Pentosan Polysulfat (Read, 1993; Bouck et al., 1995; Brunnberg et al., 2007; Fitzpatrick & Yeadon, 2009), chondroprotektiven Substanzen (Boulay, 1998;



Johnson & Hulse, 2002; Fitzpatrick & Yeadon, 2009), Kortikosteroiden (Meyer-Lindenberg et al., 1993, Johnson & Hulse, 2002) oder intraartikulärer Gabe von Hyaluronsäure (Read, 1993; Johnson & Hulse, 2002) werden Erfolge beschrieben. Eine weitere Therapiemöglichkeit für hochgradig arthrotisch veränderte Gelenke stellt die Radiosynoviorthese (RSO) dar, die vor allem bei chirurgisch und konservativ austherapierten Gelenken mit unbefriedigenden Resultaten als ultima ratio zu empfehlen ist (Neuberger, 2005). Die Übersichtsarbeit von Sanderson und Mitarbeiter (2009) stellt noch weitere Therapieverfahren zum Management der caninen Arthrose vor, deren Nutzen jedoch häufig nicht oder nur unzureichend belegt ist.

Studien in denen Behandlungserfolge zwischen nicht chirurgischer und chirurgischer Therapie verglichen werden, kommen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Bei einigen Autoren kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Grondalen, 1979c; Houlton, 1984; Read et al., 1990; Huibregste et al., 1994; Bouck et al., 1995). Die Mehrzahl der Autoren hält allerdings eine möglichst frühe chirurgische Versorgung für die Therapie der Wahl (Grondalen, 1979c; Denny, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Olsson, 1983; Henry, 1984; Probst et al., 1988; Guthrie, 1989; Read et al., 1990; Meyer-Lindenberg et al., 1993; Meij & Hazewinkel, 1996; Boulay, 1998; Theyse et al., 2000). Die Entscheidung muss anhand klinischer und radiologischer, ggf auch intraoperativer Befunde getroffen werden. Auch zu erwartendes Fortschreiten der Erkrankung und Alter des Patienten müssen in die Entscheidungsfindung mit einfließen (Fitzpatrick & Yeadon, 2009).

### chirurgische Therapie

Unabhängig davon, ob die chirurgische Behandlung arthroskopisch (van Bree & Van Ryssen, 1998) oder arthrotomisch (Berzon, 1983; Henry, 1984; Anderson et al., 1989; Probst et al., 1989; Meij & Hazewinkel, 1996) durchgeführt wird, werden alle lockeren und/oder avitalen Gelenkanteile im Bereich des medialen Koronoids entfernt (Berzon, 1983; Henry, 1984; Probst et al., 1988; Lewis et al., 1989; Meij & Hazewinkel, 1996; van Bree & Van Ryssen, 1998; Wosar et al., 1999; Beale et al., 2003; McCarthy, 2005). Dies kann mit Hilfe von scharfen Löffeln, Faszangen, Schneidinstrumenten oder auch mit elektrischen Shavern durchgeführt werden (Meij & Hazewinkel, 1996; van Bree & Van Ryssen, 1998; Sams, 2000; Van Ryssen et al., 2003; Beale et al., 2003; McCarthy, 2005). Ziel der Entfernung ist zum einen die mechanische Irritation und Zerstörung der glatten Gelenkflächen durch die lockeren Gelenkanteile zu beenden (Grondalen, 1979c). Zweitens soll der mit einer Entzündung einhergehende Abbau der nekrotischen Anteile gestoppt werden, um Folgeschäden zu

vermeiden (Van Ryssen & van Bree, 1997). Ein anschließendes Kürettieren des Bettes soll Kanten glätten und für ein Einsprossen von Gefäßen und anschließender Bildung eines Narbengewebes (Faserknorpel) auf der Knochenoberfläche sorgen (Boulay, 1998; van Bree & Van Ryssen, 1998; Morgan, 2000; Sams, 2000; Schulz & Krotscheck, 2003; Van Ryssen et al., 2003; Beale et al., 2003). Um kleinste Bestandteile zu entfernen ist eine ausgiebige Gelenkspülung sinnvoll (Meij & Hazewinkel, 1996; Probst et al., 1989; van Bree & Van Ryssen, 1998; Morgan, 2000; Van Ryssen et al. 2003; Beale et al., 2003).

Radikalere Therapieansätze im Bereich des medialen Koronoids sind die totale (Puccio et al, 2003) und die subtotale Koronoidektomie (Danielson et al., 2006; Fitzpatrick, 2006). Puccio und Mitarbeiter (2003) erreichen eine Lahmheitsfreiheit bei 17 Hunden mit einer alleinigen Inkongruenz, radiologisch schritten die arthrotischen Veränderungen im Laufe eines Jahres in 70% der Fälle fort. Langzeitergebnisse sind nicht angegeben. Eine Übertragbarkeit auf Koronoiderkrankungen ist fraglich. Danielson et al. (2006) und Fitzpatrick (2006) begründen den Nutzen der subtotale Koronoidektomie im Auftreten von schmerzhaften Mikrofissuren im Processus coronoideus medialis ulnae, die trotz Fragmententfernung weiterhin klinische Erscheinung verursachen können. In einer Studie von 228 Hunden können bei 97% 24 Wochen postoperativ eine Lahmheitsfreiheit erreicht werden. 5 Jahre später zeigen 72% radiologisch ein Fortschreiten der arthrotischen Veränderungen. Ein Vergleich mit anderen Studien erscheint nach Meinung des Autors schwierig. Die subtotale Koronoidektomie hat nach Meinung des Autors geringe Vorteile, jedoch sind weitere Untersuchungen nötig (Fitzpatrick, 2006).

Bezüglich des Vorgehens bei beidseitigem Auftreten der Erkrankung gibt es unterschiedliche Angaben. Abhängig von der genauen Methode operieren einige Autoren in einer Sitzung (Anderson et al., 1989; van Bree & Van Ryssen, 1998; Janthur et al., 2000; Beale et al., 2003; McCarthy, 2005). Andere lassen einen Zwischenraum zwischen sieben Tagen und zwei Monaten (Grondalen, 1979c; Bennett et al., 1981; Guthrie, 1989). Manche empfehlen das postoperative Anlegen von Verbänden (Denny, 1980; Denny & Gibbs, 1980; Lewis, 1989; Meij & Hazewinkel, 1996; Schulz & Krotscheck, 2003). Bezüglich der postoperativen Ruhephase schwanken die Empfehlungen zwischen 3-6 Wochen (Grondalen, 1979c; Denny, 1980; Denny & Gibbs, 1980; Meij & Hazewinkel, 1996; Schulz & Krotscheck, 2003).

Eine etwaige Gelenkinkongruenz bleibt durch die Entfernung der Fragmente unbehandelt. Eine Möglichkeit besteht hier in einer (dynamischen) Ulnaosteotomie/Ulnaostektomie (Bardet & Bureau, 1996; Preston et al., 2001; Meyer-Lindenberg et al., 2003). Dadurch soll eine caudomediale Rotation der proximalen Ulna, sowie ggf. ein Zurückweichen der Ulna nach

distal ermöglicht werden, die dann zu einer Druckentlastung des Processus coronoideus medialis ulnae führt. Die technische Durchführung wird unterschiedlich beschrieben (Thompson & Robins, 1995; Bardet & Bureau, 1996; Schmökel & Ehrismann, 1996; Ness, 1998; Preston et al., 2001; Ness, 2006). Bardet und Bureau (1996) erreichen mittels Arthrotomie und dynamischer Ulnaosteomie bei 92,7% eine Lahmheitsfreiheit, sowie in 39,7% der operierten Ellbogen einen Stillstand der arthrotischen Veränderungen. Ein Zeitraum zwischen Operation und Evaluation wird nicht angegeben.

Andere Therapieansätze versuchen die medialen Gelenkanteile mit einer Humerusosteotomie und anschließender Osteosynthese zu entlasten. In vitro Studien bestätigen eine Entlastung der medialen Gelenkbereiche nach einer Humerusosteotomie (Fujita et al., 2003). Weitere Möglichkeiten die medialen Gelenkbereiche zu entlasten, bestehen in Keilosteotomien des Humerus, sowie in „Humeral slide“-Osteotomien. Es sind jedoch noch weitere, v.a. klinische Studien notwendig (Mason et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009b).

In Fällen, in denen ein zu starker Zug des M. biceps brachii vermutet wird, raten Fitzpatrick & Yeadon (2009) zu einer „biceps ulnar release procedure“, einer Tenotomie des am Processus coronoideus medialis ulnae ansetzenden Anteils des Muskels.

Trotz der chirurgischen Therapie schreitet die sekundäre Arthropathia deformans weiter fort (Grondalen 1979c; Denny, 1980; Henry, 1984; Probst et al., 1988; Read et al., 1990; Meyer-Lindenberg et al., 1993; Huibregtse et al., 1994; Tobias et al., 1994; Boulay, 1998; Morgan et al., 2000; Theyse et al., 2000; Johnson & Hulse, 2002; Fitzpatrick, 2006), jedoch langsamer als bei einer konservativen Therapie (Denny, 1980; Meyer-Lindenberg et al., 1993).

Als ultima ratio der chirurgischen Therapien sind die Implantation eines künstlichen Ellbogengelenkes oder auch eine Arthrodese zu nennen (Conzemius, 2009; Fitzpatrick & Yeadon, 2009).

### 2.3.8 Prognose

Aufgrund der trotz Therapie fortschreitenden Arthrosen wird die Prognose von den meisten Autoren als „vorsichtig“ bezeichnet (Grondalen, 1979c; Boudrieau et al., 1983; Huibregtse et al., 1994; Morgan et al., 2000; Johnson & Hulse, 2002). Es können Lahmheiten bestehen bleiben (Morgan et al., 2000; Johnson & Hulse, 2002). 50%-60% der Tiere zeigen, unabhängig davon ob eine chirurgische oder konservative Therapie durchgeführt wurde, im weiteren Krankheitsverlauf Lahmheiten unterschiedlichen Grades (Grondalen, 1979c; Read et al., 1990). Bei Brunnberg und Allgoewer (1996) sind 60% der arthrotomisch operierten Tiere in der Kontrolluntersuchung lahmheitsfrei, abhängig vom Zeitpunkt der Operation und bereits

vorhandenen Arthrosen. Bei van Bree und Van Ryssen (1998) zeigen sich 90% der arthroskopisch behandelten Tiere 0,5 bis 3 Jahre postoperativ lahmheitsfrei, obwohl bei 82% ein Fortschreiten der Arthrosen festgestellt wird. In der Untersuchung von Meyer-Lindenberg und Mitarbeitern (2003) bleiben 44% der arthrotomisch und 60% der arthroskopisch operierten Tiere 21-23 Monaten postoperativ lahmheitsfrei. Sowohl Boulay (1998), als auch Schulz & Krotscheck (2003) weisen darauf hin, dass es noch keine ausreichend aussagekräftigen Studien zur abschließenden Beurteilung gebe.

Mit zunehmendem Alter (Anderson et al., 1989; Meij et al., 1996; Morgan et al., 2000) und fortschreitendem Grad der Arthrosen wird die Prognose schlechter (Berzon und Quick, 1980; Fox et al., 1983; Probst et al., 1988; Huibregtse et al., 1994; Brunnberg & Allgoewer, 1996; Morgan et al., 2000; Schulz & Krotscheck, 2003). Weitere beeinflussende Faktoren sind Grad der Ausprägung der Erkrankung (vgl. 2.3.1 Definition), Grad der Inkongruenz, Art der Therapie, Gewicht des Hundes und Art der Bewegung (Nutzung, Physiotherapie) (Brunnberg & Allgoewer, 1996; Boulay, 1998; Morgan et al., 2000).

Liegt eine Kombination eines fragmentierten Processus coronoideus mit einer OCD vor, so wird die Prognose deutlich schlechter (Grondalen, 1979c; Guthrie, 1989; Morgan et al., 2000). Die schlechteste Prognose gilt jedoch für das gemeinsame Auftreten von FCP und isoliertem Processus anconaeus (Morgan et al., 2000).

## **2.4 Arthroskopie**

### 2.4.1 Ausrüstung und Technik

#### *Bildgebende Elemente*

Die in der Kleintierarthroskopie eingesetzten Optiken haben einen Durchmesser von 1,9mm bis 5,0mm und einen Blickwinkel zwischen 0° und 70°. Häufig werden beim Ellbogen Optiken von 2,4-2,7mm Durchmesser und einem Blickwinkel zwischen 25° und 30° verwendet, die eine gute Bildqualität und einen guten Überblick durch Drehen der Optik mit Blickwinkel gewährleisten (siehe auch Abbildung 14 in Material und Methoden). Der Optikkanal schützt die Optik. Außerdem dient er der Zuführung der Spülflüssigkeit. Eingebracht wird er mit Hilfe eines Trokars, um die Optik vor Schäden zu bewahren. Die Lichtversorgung erfolgt durch eine Kaltlichtquelle, die mittels eines Glasfaserkabels mit der Optik verbunden ist. Die Lichtstärke sollte regulierbar sein. An die Optik weiterhin angeschlossen ist eine Kamera incl. Monitor (vergleiche auch Abbildung 15 in Material und Methoden). Eine Dokumentation ist in digitaler Form, als Video oder Fotodruck möglich (van Bree & Van Ryssen, 1998; Janthur et al., 2000; Sams, 2000; Beale et al., 2003; Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005).

#### *Spülung*

Aufgabe der Spülung ist es, die Gelenkkapsel zu dehnen, eine ausreichende Sicht aufrechtzuerhalten, Debris herauszuspülen und Blutungen durch „Tamponade“ zu minimieren (Beale et al., 2003).

Das Gelenk wird mit Ringer-Laktat gespült. Obwohl sowohl physiologische Kochsalzlösung, als auch Ringer-Laktat Effekte auf die Stoffwechselaktivität der Chondrozyten und Synovialzellen zeigen, sind die Wirkungen von Ringer-Laktat insbesondere auf die Proteoglykansynthese geringer (Reagan et al., 1983).

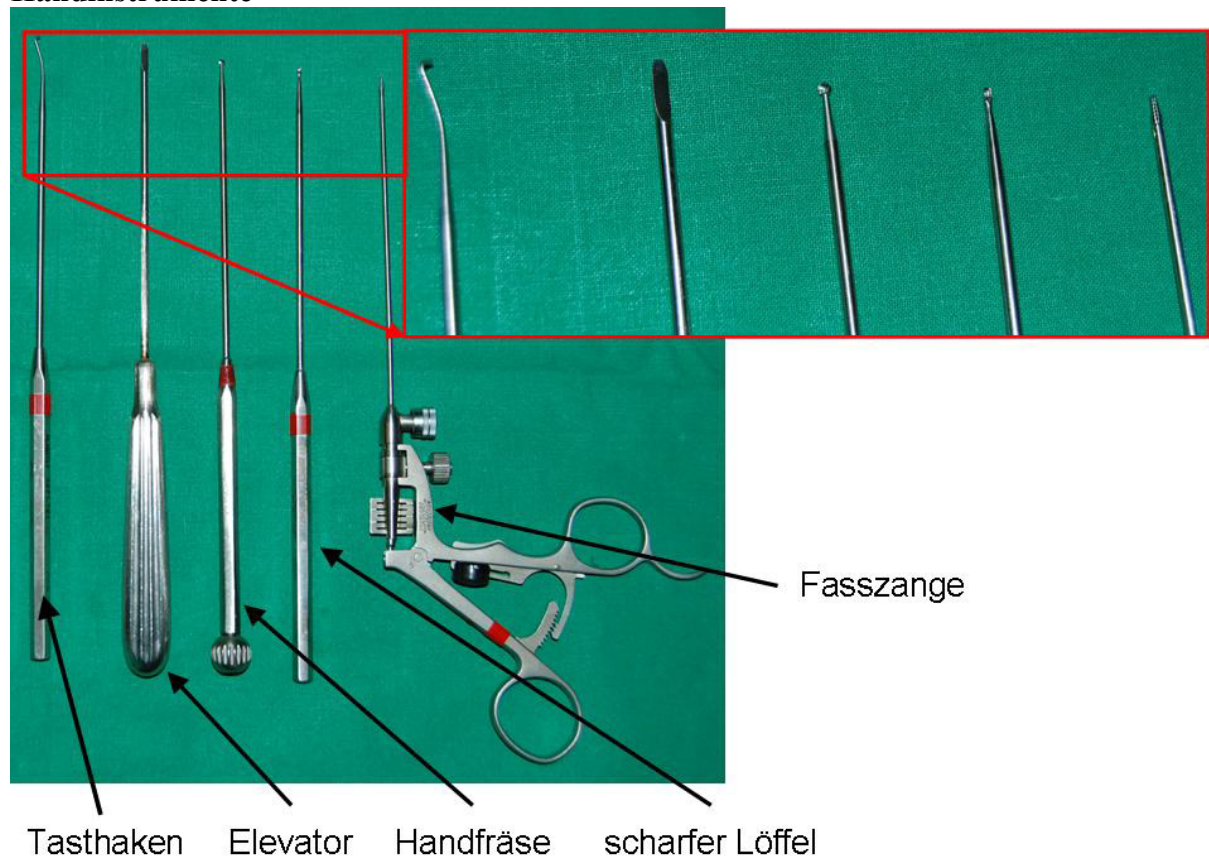
Das Einbringen der Flüssigkeit in das Gelenk erfolgt über den Optikkanal oder eine Spülkanüle. Diese sind über ein Schlauchsystem mit dem Reservoir verbunden. Der nötige Druck kann über einfache hydrostatische Verhältnisse (Höhe 2-2,5m), Druckmanschetten oder regelbare Pumpen (Druck: 70mmHg) erfolgen (van Bree & Van Ryssen, 1998; Sams, 2000; Beale et al., 2003; Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005).

### *Instrumente*

Häufig gebrauchte Handinstrumente sind kleine scharfe Löffel, Zangen, Tasthaken, Wechselstäbe, Messer, Scheren, Mosquito-Klemmen, Handfräsen und vieles mehr (vgl. Abbildung 13). Die Instrumente können über einen Arbeitskanal eingebracht werden (Van Ryssen & van Bree, 1995; Van Bree & Van Ryssen, 1998; Beale et al., 2003) oder direkt (Beale et al., 2003; McCarthy, 2005). Die Manipulation erfolgt dann am einsehbaren Kreuzungspunkt zwischen Optik und Instrument (Triangulation) (Van Bree & Van Ryssen, 1998; Beale et al., 2003).

Gleiches gilt für elektrobetriebene Instrumente, wie Powershaver, Elektrokauter o.ä. (Beale et al., 2003; Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005).

**Abbildung 13: Beispiele häufig bei der Arthroskopie des Ellbogens eingesetzter Handinstrumente**



#### 2.4.2 Arthroskopische Zugänge zum Ellbogengelenk

Die Lagerung des Patienten kann auf dem Rücken oder in Seitenlage erfolgen. Die zu operierende Gliedmaße sollte frei beweglich sein, um durch Aufklappen des Gelenkes den Gelenkspalt zu erweitern. Der OP-Bereich wird routinemäßig vorbereitet (Van Ryssen & van

Bree, 1995; van Bree & Van Ryssen, 1998; Sams, 2000; Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005).

Der am häufigsten genutzte Zugang ist von medial, da über diesen die häufigsten Erkrankungen des Ellbogengelenkes, OCD und FCP, im medialen Gelenkbereich beurteilt und therapiert werden können. Zum Dehnen der Kapsel und als Spülungsabfluss wird eine Kanüle zwischen Condylus humeri und dem proximalsten Punkt des Olekranons eingebracht. Der Optikkanal wird nach Lokalisieren des korrekten Punktes (z.B. mit einer Kanüle) ca. 1-2cm caudodistal des Epikondylus humeri in Verlängerung des Humerusschaftes und anschließender Stichinzision meist mit einem stumpfen Trokar eingebracht (vergleiche Abbildung 17 in Material und Methode). Processus coronoideus, mediales Seitenband, Radiusgelenkfläche, Humerusgelenkflächen, Incisura trochlearis, Processus anconaeus und meist auch laterales Koronoid können eingesehen werden (Van Ryssen et al., 1993; Van Ryssen und van Bree, 1997; van Bree & Van Ryssen, 1998; Janthur et al., 2000; Sams, 2000; Beale et al., 2003; Meyer-Lindenberg et al., 2003). Dagegen wird die arthroskopische Darstellbarkeit von Inkongruenzen kontrovers diskutiert (Meyer-Lindenberg et al., 2003; Samoy et al., 2006; Wagner et al., 2007; Moores et al., 2008). Bei Bedarf wird ein Instrumentenzugang unmittelbar caudal des medialen Seitenbandes unter arthroskopischer Sichtkontrolle im gleichen Ablauf eingeführt (Van Ryssen et al., 2003; McCarthy, 2005).

Bardet (1997b) legen den Instrumentenzugang durch Hautinzision über einem Wechselstab, der über den ersten, craniolateralen Zugang an der korrekten Position nach aussen gedrückt wird.

Ein craniolateraler Zugang sowohl für Optik, als auch Instrumente kann bei Fragmenten, die in die cranialen Gelenkanteile abgeschwemmt werden, sinnvoll sein (Bardet, 1997a,b; McCarthy, 2005). Eine radioulnare Stufe kann in einigen Fällen diagnostiziert werden.

Ein caudaler Zugang (Optik und Arbeitskanal) kann medial oder lateral der Trizepssehne gelegt werden. Er bietet Einsicht auf Processus anconaeus und Olekranon (McCarthy, 2005). Bei Bardet (2000) wird der Zugang auch als caudo-dorso-lateral bezeichnet. Zusätzlich wird noch ein caudolateraler und andere Zugänge unterschieden (Bardet, 2000).

Auch ein lateraler Instrumentenzugang ist beschrieben, wird jedoch selten benötigt (McCarthy, 2005).

#### 2.4.3 Vor- und Nachteile der Arthroskopie gegenüber einer Arthrotomie

Aufgrund der minimalinvasiven Natur der Arthroskopie und somit geringerem Weichteiltrauma zeigen die Hunde nach der Operation weniger Lahmheiten und erholen sich

schneller, eine beidseitiger Eingriff ist meist problemlos möglich (van Bree & Van Ryssen, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Capaldo et al., 2005). Des Weiteren ist das Risiko für Wundheilungsstörungen, Nahtdehiszenzen, Instabilitäten oder ähnliches geringer (Suess et al. 1994; Van Ryssen & van Bree, 1997; van Bree & Van Ryssen, 1998; Sams 2000; Beale et al., 2003; Capaldo et al., 2005). Bubenik und Mitarbeiter (2002) hingegen können keinen signifikanten Unterschied bezüglich Schmerz, Belastung oder Beweglichkeit zwischen Arthroskopie und Arthrotomie feststellen.

Die Arthroskopie bietet durch die Möglichkeit die meist gewinkelte Optik zu schwenken, durch die Vergrößerung und durch die optimierten Lichtverhältnisse einen besseren Überblick und eine höhere Detailgenauigkeit als bei vergleichbaren arthrotomischen Zugängen. Dies bietet gerade bei geringgradigen Knorpelschäden Vorteile (Van Ryssen & van Bree, 1997; van Bree & Van Ryssen, 1998; Langhann, 1999; Janthur et al., 2000; Sams, 2000; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Capaldo et al., 2005; McCarthy, 2005). Synovialzotten und Knorpel können in einem weitestgehend natürlichen Umfeld begutachtet werden (van Bree & Van Ryssen, 1998; Sams, 2000; Van Ryssen et al., 2003). Eine detaillierte Dokumentation ist einfach möglich (Capaldo et al., 2005).

Die arthrotischen Veränderungen im Gelenk schreiten nach beiden Therapieverfahren fort und es gibt keinen signifikanten Unterschied (van Bree & Van Ryssen, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2003). Meyer-Lindenberg et al. (2003) stellen jedoch signifikant besseres Ergebnis für die arthroskopisch operierten Tiere fest. 91,2% der arthroskopisch behandelten Tiere zeigen eine Verbesserung, bei der Arthrotomie nur 79,1%.

Nachteile der Arthroskopie sind das relativ langwierige und schwierige Erlernen der Methode, sowie die hohe Anschaffungskosten der Ausrüstung im Vergleich zur Arthrotomie (Sams, 2000; Capaldo et al., 2005; McCarthy, 2005). Die Sterilisation der Ausrüstung ist ebenfalls deutlich aufwendiger (Van Ryssen et al., 2003; Capaldo et al., 2005; McCarthy, 2005).

Komplikationen, die häufig bei einer Arthroskopie auftreten können, sind geringgradige, iatrogene Knorpelläsionen (Arthrotomie ebenso) oft in vorgeschädigten Bereichen und periartikuläre Flüssigkeitsansammlungen, die die Operation erschweren können, jedoch meist unter Verbandtherapie innerhalb von 24 Stunden resorbiert werden (Van Ryssen & van Bree, 1997; Janthur et al., 2000; Sams, 2000; Beale et al., 2003b; Van Ryssen et al., 2003; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Capaldo et al., 2005; McCarthy, 2005). Auch Nervenschädigungen sind beschrieben (Capaldo et al., 2005).



### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Ziel der Untersuchung**

Ziel der Untersuchung ist die Erhebung und der Vergleich radiologischer und arthroskopischer Befunde, die beim fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (Koronoiderkrankung) auftreten. Außerdem wird durch Untersuchung der Übereinstimmung der Auswerter (interobserver Vergleich) die Verlässlichkeit und Reproduzierbarkeit der einzelnen Methoden im Vergleich zwischen erfahrenen und unerfahrenen Untersuchern überprüft. Dies wird sowohl für die Röntgenuntersuchung, als auch für die Arthroskopie durchgeführt. Die Methode des Videovergleichs zur Dokumentation und Interpretation der Arthroskopie wird auf Eignung geprüft.

#### **3.2 Patientengut**

In die prospektive Studie wurden 94 Ellbogengelenke von 56 Patienten der Klinik für Kleintiere – Chirurgie des Klinikums Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen aufgenommen, die im Zeitraum vom Januar bis zum November 2006 aufgrund des Verdachtes eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae sowohl klinisch, radiologisch und arthroskopisch untersucht, als auch dokumentiert wurden.

Ausgeschlossen werden die Fälle, bei denen keine Röntgenaufnahmen in zwei (wie später beschrieben) Ebenen vorliegen, die höchstens 60 Tage vor der Operation erstellt worden sein dürfen oder bei denen die Befundung der arthroskopischen Befunde per Video nicht möglich ist. Der Abstand zwischen Erstellen der Röntgenaufnahmen und der Arthroskopie je Tier liegt zwischen 0 und 40 Tagen, der arithmetische Mittelwert bei 10,3 Tagen (Vgl. Anhang 9.1 Studienfälle). Liegen andere Erkrankungen, bzw. ein Verdacht darauf vor (ein Verdacht liegt dann vor, wenn einer der Untersucher die Diagnose stellt) oder handelt es sich um ein voroperiertes Gelenk (second look), so werden auch diese Fälle nicht in die Auswertung aufgenommen. Tabelle 1 zeigt die ausgeschlossenen Fälle (n=40) mit der Begründung für den Ausschluß.

Eine Tabelle mit allen Fällen, die in die Studie eingeschlossen werden, zusammen mit allgemeinen Daten ist im Anhang (9.1) zu finden.

**Tabelle 2:** Aus der Studie ausgeschlossene Fälle incl. Begründung

<b>Fortlaufende Nummer des Ellbogengelenkes</b>	<b>Grund des Ausschlusses</b>
1	Röntgenbilder nicht auffindbar
2	Röntgenbilder nicht auffindbar
4	Alter Röntgenbilder > 60 Tage
5	Alter Röntgenbilder > 60 Tage
9	Röntgenbilder nicht auffindbar
10	Datum Röntgen unbekannt (ggf. > 60 Tage)
11	second look
12	keine ap-Aufnahme vorhanden
19	keine ap-Aufnahme vorhanden, Osteochondrosis dissecans
20	keine ap-Aufnahme vorhanden
21	keine ap-Aufnahme vorhanden
22	keine ap-Aufnahme vorhanden
26	Datum Röntgen unbekannt (ggf. > 60 Tage)
27	Osteochondrosis dissecans
28	Osteochondrosis dissecans
29	Isolierter Processus anconaeus, nur maximal gebeugte Aufnahme
30	Isolierter Processus anconaeus, nur maximal gebeugte Aufnahme
31	Isolierter Processus anconaeus
32	Isolierter Processus anconaeus
36	Arthroskopie nach alter Kondylusfraktur
42	keine ap-Aufnahme vorhanden
43	keine ap-Aufnahme vorhanden
50	Osteochondrosis dissecans
51	Osteochondrosis dissecans
52	Osteochondrosis dissecans
53	Osteochondrosis dissecans
59	second look
60	Arthroskopie-Video aufgrund hgr. Zottenhyperplasie nicht auswertbar
61	Datum Röntgen unbekannt (ggf. > 60 Tage), Isolierter Proc. anconaeus
62	Osteochondrosis dissecans
63	Osteochondrosis dissecans
65	second look
76	Alter Röntgenbilder > 60 Tage
77	Alter Röntgenbilder > 60 Tage
78	Datum Röntgen unbekannt (ggf. > 60 Tage)
82	Osteochondrosis dissecans
84	second look
85	Osteochondrosis dissecans
91	keine ap-Aufnahme vorhanden
92	keine ap-Aufnahme vorhanden

### **3.3 Röntgenuntersuchung**

#### **3.3.1 Röntgentechnik**

Die in der Klinik für Kleintiere – Chirurgie erstellten Röntgenbilder werden mit der Obertischröhre Sapphire der Firma Varian angefertigt. Der Film-Fokus-Abstand beträgt bei allen Aufnahmen 1,00 m. Es werden entweder SE-Folien (Kassettengröße 18/24 und 24/30: Lanex Fine; Kassettengröße 30/40: Lanex Medium) und der Filmtyp T-MAT Plus DG der Firma Kodak oder digitale Detektorplatten (Kassettengröße 18/24 und 24/30: IP CASSETTE type C Pb; Kassettengröße 35,4/43: IP CASSETTE type CC Pb) der Fa. Fuji in Verbindung mit dem Auslesegerät PCR Eleva Cosimax von Phillips verwendet. Die unterschiedliche Verfahrensweise beim Erstellen der Röntgenaufnahmen ist in einer Erneuerung/Umstellung der Röntgenanlage der Klinik für Kleintiere bedingt. Tabelle 3 zeigt welche Art der Röntgenaufnahmenerstellung in den einzelnen Fällen genutzt wird.

**Tabelle 3:** Art der Röntgenaufnahmenerstellung (n=54)

<b>Fortlaufende Nummer des Ellbogengelenkes</b>	<b>Art der Röntgenaufnahmenerstellung</b>
3, 6, 7, 8, 13,14, 15, 16, 17, 18, 23, 24	Folie => Scan
25, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 81, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94	Digital

Die radiologische Untersuchung des Ellbogengelenkes wird in zwei Ebenen durchgeführt. Es werden Aufnahmen in anterioposterioren Strahlengang, sowie mediolateral, neutrale (135° (bis max. 90°) Aufnahmen zur Auswertung herangezogen. Die Röntgenuntersuchung erfolgt mit wenigen Ausnahmen, die unmittelbar prae operationem angefertigt werden, im wachen Zustand der Hunde.

Die Belichtungsdaten werden dem Körpergewicht des Tieres angepasst. Die Einstellungen variieren von 12 mAs und 55 kV bis 16 mAs und 60 kV bei Erstellung der konventionellen Röntgenaufnahmen im mediolateralen Strahlengang. Bei der anterioposterioren Lagerung werden Werte zwischen 12 mAs und 57 kV bis 16 mAs und 63 kV genutzt. Bei digitalen Aufnahmen werden die mAs-Werte um die Hälfte reduziert.

### 3.3.2 Auswertung der Röntgenbilder

Zur Auswertung werden die auf Röntgenfilm vorliegenden Aufnahmen mit dem Röntgenbild-Scanner 1000SL der Firma iCR eingescannt, so dass alle Aufnahmen in digitaler Form vorliegen. Die Aufnahmen werden den zwei Auswertern im JPEG-Format vorgelegt. Zur genaueren Messungen, z.B. der Höhe osteophytärer Zubildungen stehen digitale Dicom-Röntgenaufnahmen, sowie die Originalröntgenfilme zur Verfügung.

Die Aufnahmen werden mit fortlaufender Nummer und Seite gekennzeichnet, sowie zusätzlich Besitzer und Tiername vermerkt, um Verwechslungen vorzubeugen. Jeder Ellbogen stellt ein Fall dar, so dass je zwei Aufnahmen (Ebenen) den Auswertern zur Verfügung stehen. Zur Auswertung kommen Röntgenbilder die maximal 60 Tage prae operationem erstellt wurden.

Als Auswerter fungieren ein erfahrener Radiologe (Diplomate ECVDI) mit langjähriger (Untersucher 1 = U 1) und ein Resident ECVDI mit dreijähriger Berufserfahrung (Untersucher 2 = U 2). Die Röntgenauswertung erfolgt ohne Kenntnis der arthroskopischen Befunde.

### 3.3.3 Bewertungskriterien (vgl. Anhang 9.2 Befundbogen)

Die Bewertungskriterien der radiologischen Auswertung können den Seiten 2 und 3 des Untersuchungsbogens (Anlage 1 Befundbogen) entnommen werden.

Aus statistischen Gründen werden folgende Bewertungspunkte eingeführt, die aus den Bewertungen der einzelnen Auswerter bestimmt sind.

Diese definieren sich folgendermaßen:

- Osteophytäre Zubildungen - Osteophytenscore: Summe der in den einzelnen Gelenkabschnitten sichtbaren osteophytären Zubildungen. Keine Osteophyten im Gelenkabschnitt = 0 Punkte, Osteophyten von weniger als 2mm Höhe = 1 Punkt, zwischen 2-5mm = 2 Punkte, >5mm = 3 Punkte

Der Osteophytenscore kann somit Werte zwischen 0 und 18 annehmen.

- Osteophytäre Zubildungen - Generelles Vorliegen: Osteophyten gelten als „vorhanden“, wenn in mindestens einem der Gelenkabschnitte osteophytäre Zubildungen diagnostiziert werden. Ein Gelenk ohne osteophytäre Zubildungen wird als „keine Osteophyten“ vorhanden bezeichnet.

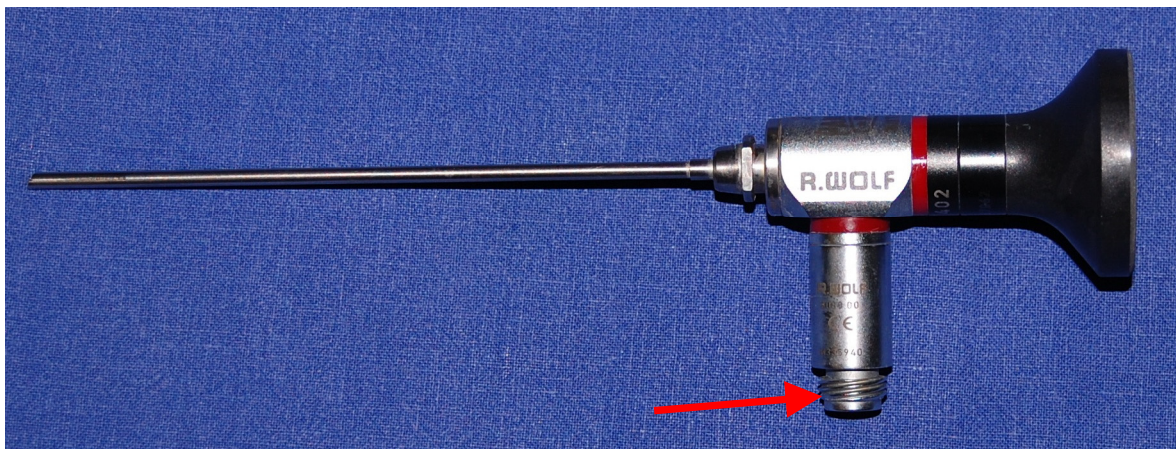
- Vermehrte Sklerosierung - Generelles Vorliegen: Eine vermehrte Sklerosierung gilt als vorhanden, wenn in mindestens einem Gelenkanteil (Caudal des Processus coronoideus medialis, Incisura trochlearis, Kapsel) eine Sklerosierung vorhanden ist.
- Inkongruenz – Stufe Röntgen: Es können ein Short radius (Radius mindestens 2mm kürzer als die Ulna), Short Ulna (Ulnagelenkfläche mindestens 2mm unter Gelenkfläche Radius) und keine Stufe unterschieden werden.
- Pcm (Processus coronoideus medialis) - Verminderte Abgrenzbarkeit: Eine verminderte Abgrenzbarkeit liegt vor, wenn der Processus coronoideus medialis „unscharf begrenzt“ oder „nicht abgrenzbar“ ist. Ist er „scharf begrenzt“, liegt keine verminderte Abgrenzbarkeit vor.
- Pcm - Verminderte Dichte: Eine verminderte Dichte liegt vor, wenn die Dichte „geringgradig“, „mittelgradig“ oder „hochgradig“ vermindert ist.
- Anzahl vorliegender Röntgenmerkmale: Hier wird die Anzahl der gleichzeitig vorliegenden Röntgenmerkmale als Zahl zwischen 0 und 5 erfasst. Die Merkmale die in dieser Auswertung einfließen sind: Osteophytäre Zubildungen - Generelles Vorliegen, Inkongruenz – Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna, Vermehrte Sklerosierung - Generelles Vorliegen, Pcm (Processus coronoideus medialis) - Verminderte Abgrenzbarkeit, Pcm - Verminderte Dichte.

### **3.4 Arthroskopische Untersuchung**

#### **3.4.1 Gerätebeschreibung**

Alle arthroskopischen Untersuchungen der Ellbogen werden mit einer PANOVIEW® Optik der Firma Richard Wolf mit einem Durchmesser von 2,4mm und einer 25°-Winkelung durchgeführt (vgl. Abbildung 14).

**Abbildung 14: In der Studie verwendete PANOVIEW® Optik mit Anschluß für Lichtleiterkabel (roter Pfeil)**

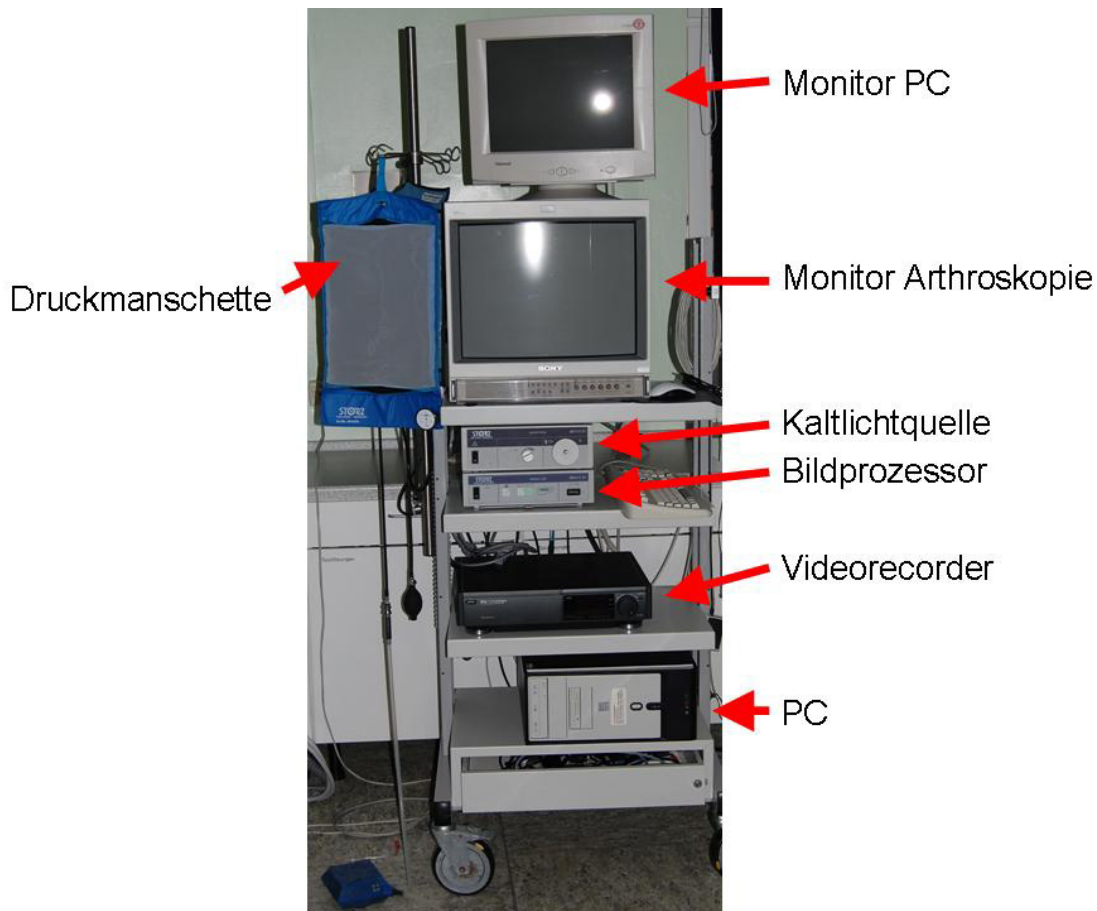


Das Gelenk wird mittels der Xenon-Kaltlichtquelle Xenon-Nova und Glasfaserlichtleiterkabel der Fa. Storz ausgeleuchtet. Zur Bildverarbeitung wird eine 3 Chip-Kamera tracam PAL 20221030 mit Bildprozessor tracam PAL 20221020 der Firma Storz zusammen mit einem Monitor HR Trinitron PVM 2053 MD der Fa. Sony genutzt. Eine Dokumentation erfolgt mit dem Videorecorder NV FS100 HQ von Panasonic oder/und mit dem Programm EasyVet® der Firma VetZ und einem handelsüblichen PC (vgl. Abbildung 15).

Eine Gelenkspülung mit Ringer-Lösung (Braun: als 3l und 5l Beutel), um Debris, Blut o.ä. herauszuspülen und den intraartikulären Druck aufrechtzuerhalten, erfolgt über eine Druckmanschette (Fa. Storz) und handelsübliche, sterile Infusionbestecke und Heidelberger Verlängerungen der Fa. Dispomed.

Alle Geräte sind auf einem fahrbaren Arthroskopieturm der Fa. Storz montiert. Abbildung 15 zeigt den in dieser Studie genutzten Turm mit den beschriebenen Gerätschaften.

**Abbildung 15: Arthroskopieturm der Klinik für Kleintiere mit bildgebende Geräten, Dokumentation und Instrumenten zur Gelenkspülung**



### 3.4.2 Durchführung

Die Narkoseeinleitung erfolgt mit Diazepam und L-Polamivet® (Diazepam: 0,5mg/kg Körpermasse (KM); L-Polamivet: 0,5-0,75 mg/kg KM L-Methadon und entsprechend Fenpipramid 0,025-0,0375mg/kg KM) intravenös, bei Bedarf noch zusätzlich mit Ketamin und Xylazin. Anschließend wird der Patient intubiert und die Narkose mit Isofluran aufrechterhalten.

Die zu untersuchenden Ellbogengelenke werden medial geschoren und routinemäßig chirurgisch vorbereitet und desinfiziert. Der Patient wird in Seitenlage mit der zu untersuchenden Gliedmaße unten ausgebunden (vgl. Abbildung 16). Dabei erfolgt keine Fixierung des zu untersuchenden Beines, damit dieses in der Operation manipuliert werden kann, z.B. um das Einbringen der Optik zu erleichtern. Anschließend wird der Hund mit wasserabweisenden Tüchern abgedeckt. Die nicht zu sterilisierende Kamera wird mit einem sterilen Überzug versehen.



**Abbildung 16: Lagerung des Patienten zur Untersuchung des rechten Ellbogengelenkes**

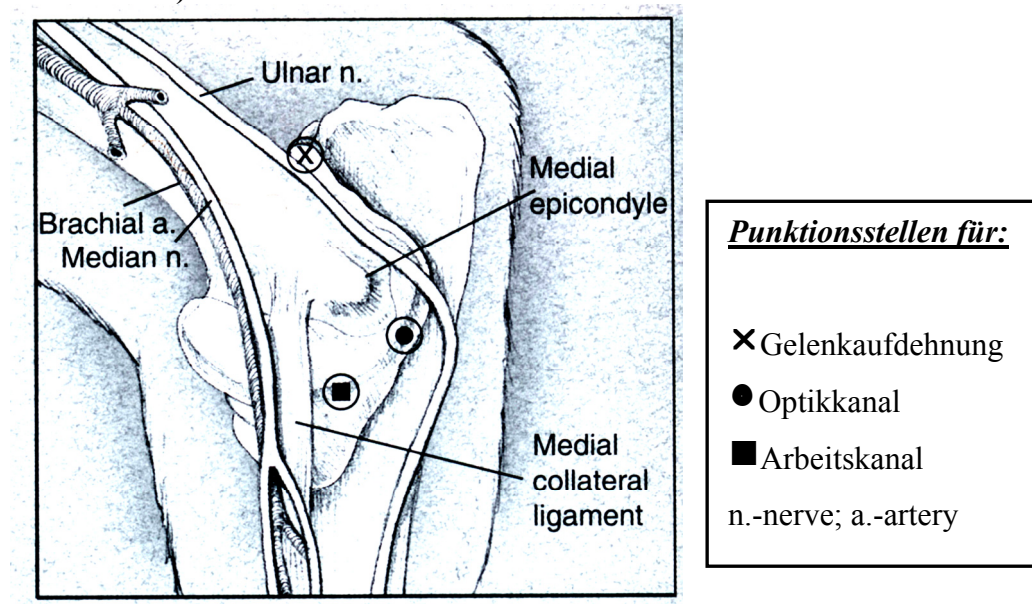


Beim verwendeten Zugang von medial wird zuerst das Gelenk über eine Punktion (Kanüle 20 Gauge) im zwischen Processus anconaeus und Trochlea humeri (Abbildung 17) mit Ringer-Lösung aufgedehnt. Zum Legen des Optikzugangs caudal des Processus coronoideus medialis ulnae wird zuerst die korrekte Lokalisation durch Einbringen einer Kanüle (20 Gauge) geprüft, anschließend eine Stichinzision mit einer 11er Skalpellklinge durchgeführt und der Optikkanal mit stumpfem Trokar ins Gelenk eingebracht. Nach Einbringen der Optik durch den Kanal und dem Anschließen der Lichtquelle und der Spülung (Ringer-Lösung mit 100-150 mmHg Druck) erfolgt die Inspektion des Gelenkes.

Die als Video aufgenommene Gelenkinspektion hat folgenden Ablauf: Blick von unten auf den Processus anconaeus - Folgen der Gelenkfläche der Incisura trochlearis, ggf. (je nach Größe des Gelenkes) mit Blick auf Processus coronoideus lateralis ulnae - Gelenkfläche Radiuskopf – Processus coronoideus medialis mit Seitenband und seitlichem Radiuskopf – Trochlea humeri.



**Abbildung 17: Punktionsstellen zur korrekten Arthroskopie des Ellbogengelenkes beim Hund (Aus: McCarthy (Hrsg.) (2005), Veterinary Endoscopy for the Small Animal Practitioner)**



Nach der Gelenkinspektion wird ein Arbeitskanal direkt caudal des medialen Seitenbandes in gleicher Form (Punktion Kanüle, Stichinzision, Arbeitskanal mit stumpfem Trokar) ins Gelenk eingebracht. Es folgt eine Palpation mittels Tasthaken, um die Beweglichkeit des Fragmentes, bzw. die Konsequenz des Knorpels zu ertasten. Vorliegende Fragmente und avitale Anteile werden mittels eines scharfen Löffels, Faszangen, Handfräse oder Motorshaver entfernt und die Kanten geglättet. Das Gelenk wird gründlich gespült und es erfolgt eine weitere Dokumentation in Form eines Videos einer erneuten Gelenkinspektion oder auch in Form von Fotos. Abschließend werden die Hautwunden mit Einzelheften (Dafilon® (Firma Braun) Stärke USP 2/0 oder 3/0) verschlossen und Morphin (Morphin Merck® 1mg/10kg KM, verdünnt mit Ringer-Lösung) ins Gelenk instilliert.

Es folgt das Anlegen eines Gliedmaßenverbandes, der am Morgen des Folgetages wieder entfernt wird.

### 3.4.3 Auswertung

Beide Gelenkinspektionen (vor und nach therapeutischer, chirurgischer Tätigkeit) werden auf Video festgehalten und über Zwischenspeicherung auf Videokassetten oder direkt im Dokumentationsprogramm der Klinik (EasyVet®) den Patienten zugeordnet. In Einzelfällen erfolgt eine postoperative Dokumentation mit direkt in EasyVet® erstellten Fotos. Aus dem

Dokumentationsprogramm wird dann das arthroskopische Bildmaterial exportiert und den beiden Untersuchern ohne Kenntnis der Befunde in digitaler Form vorgelegt.

Entsprechend dem Vorgehen bei der Auswertung der Röntgenaufnahmen wird die Auswertung von einem Untersucher mit achtjähriger Erfahrung in der Arthroskopie (Untersucher 3 = U3) und einem mit zweijähriger Erfahrung (Untersucher 4 = U4) durchgeführt.

Iatrogene Läsionen werden nur durch Untersucher 4 dokumentiert.

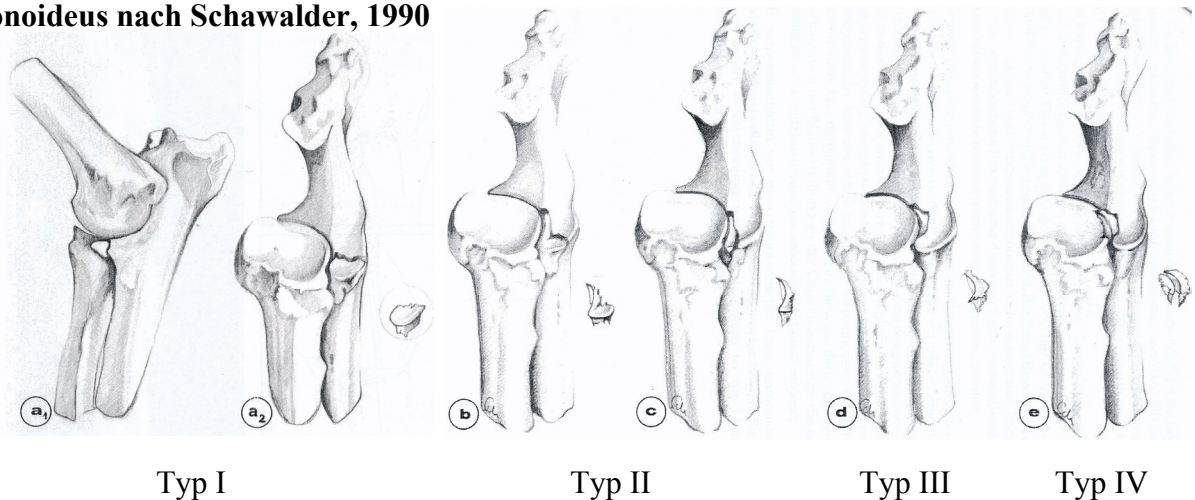
#### 3.4.4 Auswertungskriterien

Die Bewertungskriterien der arthroskopischen Auswertung können den Seiten 4 und 5 des Untersuchungsbogens (Anhang 9.2 Befundbogen) entnommen werden.

Hier einige Erläuterungen zu einzelnen Bewertungskriterien:

- Synovialzotten – Synovialitis (Einteilung nach Behrends, 1996):  
Grad I (geringgradige Synovialitis): Schlanke, fadenartige Gefäßzotten; verstärkte Gefäßzeichnung  
Grad II (mittelgradige Synovialitis): Vermehrung der Anzahl der Synovialzotten; Synovialzotten teilweise büschelförmig oder fingerförmig; Synovialzotten transparent aber deutlich gerötet durch eine starke Gefäßzeichnung  
Grad III (hochgradige Synovialitis): vermehrte Anzahl von Synovialzotten; Synovialzotten kolbenartig aufgetrieben; dunkelrote Färbung durch starke Gefäßzeichnung; teilweise vollständiger Verlust der Transparenz
- Processus coronoideus medialis – Zustand: Ein freies Fragment hat keinen Kontakt mehr mit der Bruchkante, wohingegen jedoch bei einem fragmentierten Koronoid das Fragment noch an der ursprünglichen Stelle liegt, sich im Gegensatz zur Fissur jedoch mit Tastinstrumenten mobilisieren lässt.
- Processus coronoideus medialis – Fragment – Zeichnung: Die Zeichnung dient der besseren Visualisierung, Bewertung und zur Kontrolle der Einteilung nach Schawalder (1990)
- Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder: Einteilung der Fragmentierung (Verlauf der Frakturkante) nach Schawalder (1990). Siehe dazu Abbildung 18.

**Abbildung 18: Einteilung des Frakturlinienverlaufes beim fragmentierten Processus coronoideus nach Schawalder, 1990**



- Processus coronoideus medialis – Fragment – Lage freies Fragment: Lage des Fragmentes, wenn ein Fragment vorliegt (fragmentiert oder frei!).
- Trochlea humeri – Schliffusuren (Einteilung nach Noyes und Stabler, 1989):
  - Grad I: Knorpelerweichung bei intakter Oberfläche (geringgradig Chondromalazie)
  - Grad II: Beschädigte Oberfläche in Form von Rissen, Fissuren, Fibrillationen oder Fragmentierung (mittelgradige Chondromalazie)
  - Grad III: freiliegender Knochen (hochgradige Chondromalazie)

Aus statistischen Gründen werden folgende Bewertungspunkte eingeführt, die aus den Bewertungen der einzelnen Auswerter bestimmt sind.

Diese definieren sich folgendermaßen:

- Vorliegen einer Koronoiderkrankung/fragmentierten Processus coronoideus: Die Erkrankung gilt als vorliegend, wenn „avitaler, weicher Knochen“, „Fissuren“, ein „fragmentierter“ Processus coronoideus oder ein „freies“ Fragment diagnostiziert wurden. Bei „intaktem“ Koronoid liegt die Erkrankung nicht vor.
- Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen: Anzahl der Gelenkanteile („Processus coronoideus medialis, Trochlea humeri, Caput radii und Incisura trochlearis“) an denen der Knorpel „rau, erodiert, dünner“ oder „nicht mehr vorhanden“ ist. Folglich können Werte zwischen 0 und 4 auftreten. Diese Variable stellt eine objektivere Bewertung der arthrotischen Veränderungen dar, als die subjektive Variable „Arthrosen“.

### **3.5 Allgemeine Patientendaten**

Die Patientendaten bzgl. Rasse, Wurftag (Alter), Geschlecht, Gewicht und beidseitigem Auftreten werden den Unterlagen der Klinik für Kleintiere – Chirurgie entnommen und dokumentiert.

### **3.6 statistische Auswertung**

Die Datenhaltung und –auswertung erfolgt auf den Rechnern im lokalen Netzwerk der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die statistischen Auswertungen werden zum einen unter Verwendung des Statistikprogrammes BMDP/Dynamic, Release 8.1 (Dixon, 1993) für die Auszählung zweidimensionaler Häufigkeiten und den exakten Test von Fisher (BMDP4F), den Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (BMDP3D), den Kappa-Koeffizient (BMDP4F), den McNemar Test (BMDP4F) und die Logistische Regression (BMDPLR) ausgeführt. Desweiteren wird ein Eigenprogramm der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung zur Berechnung des verallgemeinerten exakten Fisher-Tests für 2 x k – Kontingenztafeln nach dem Freeman-Halton-Prinzip, Testimate unter Windows, Version 6.0.68 (Rahlf, 2002) für den exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, sowie BiAS für Windows, Version 8.2 (Ackermann, 2003) zur Berechnung des Binomialtests verwendet. Die Berechnungen und Auswertungen werden durch die Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Biomathematik unter Leitung von Dr. Failing, sowie dem Verfasser der Arbeit in Absprache mit der Arbeitsgruppe durchgeführt.

Bei der Bewertung der statistischen Signifikanzen wird das Signifikanzniveau  $\alpha=0,05$  zugrunde gelegt, d.h. Ergebnisse mit  $p \leq 0,05$  werden als statistisch signifikant angesehen. Die exakten p-Werte sind zusätzlich angegeben.

Zur Beurteilung der Werte des Kappa-Koeffizienten werden Richtwerte aus der Literatur übernommen (Tabelle 4). Gleiches gilt nach Absprache mit der Arbeitsgruppe Biomathematik für die Beträge der Werte des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman.

**Tabelle 4:** Richtwerte zur Interpretation des Kappa-Koeffizienten (Grouven, et al., 2007)

<b>Wert von kappa</b>	<b>Stärke der Übereinstimmung</b>
< 0,20	Schwach
0,21 – 0,40	Leicht
0,41 – 0,60	Mittel
0,61 – 0,80	Gut
0,81 – 1,00	Sehr Gut

## **4. Ergebnisse**

### **4.1 Allgemeine Patientendaten**

#### **4.1.1 Rasseverteilung**

Von den insgesamt in die vorliegende Studie aufgenommenen 34 Hunden (54 Ellbogen = Fälle) sind 7 (13 Ellbogen) Berner Sennenhunde, 5 (9 Ellbogen) Labrador Retriever, 3 (6 Ellbogen) Rottweiler, 3 (3 Ellbogen) Deutsche Schäferhunde, 2 (3 Ellbogen) Golden Retriever, 1 beidseits an einem FCP erkrankter African Boerboel, sowie je ein Bearded Collie, Deutsch Kurzhaar, Irischer Wasserhund und Rhodesian Ridgeback mit je einem Ellbogen als Studienfall. Desweiteren wurde 9 Mischlinge mit 14 Ellbogen in der Studie erfasst (Abbildung 19).

**Abbildung 19: Rassenverteilung**

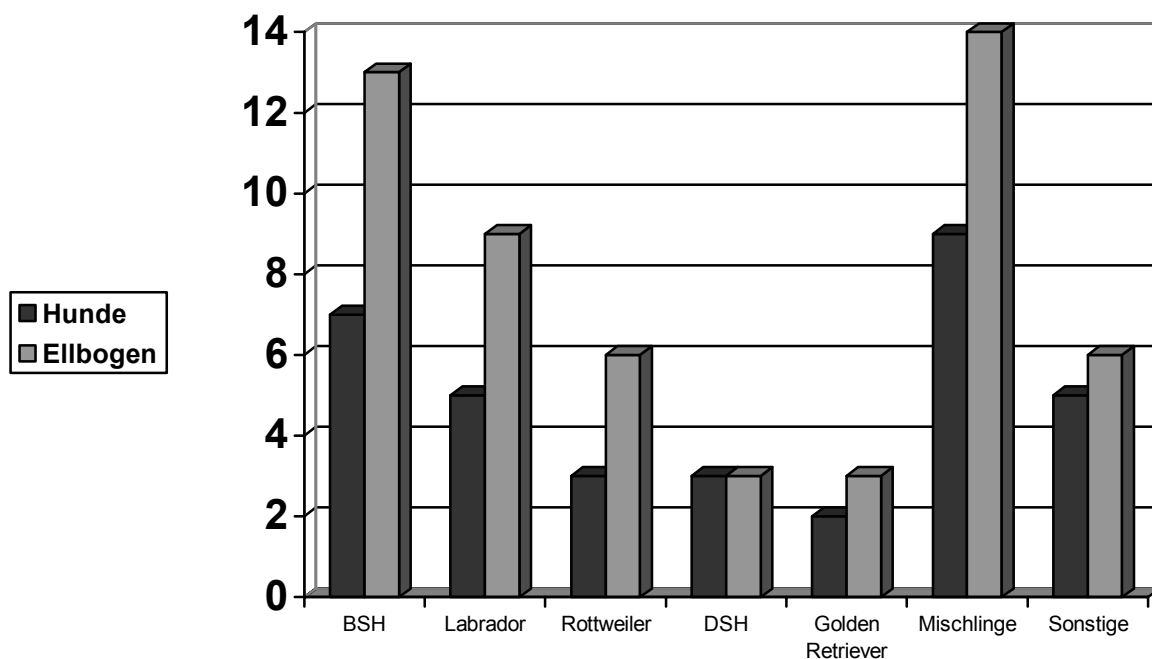


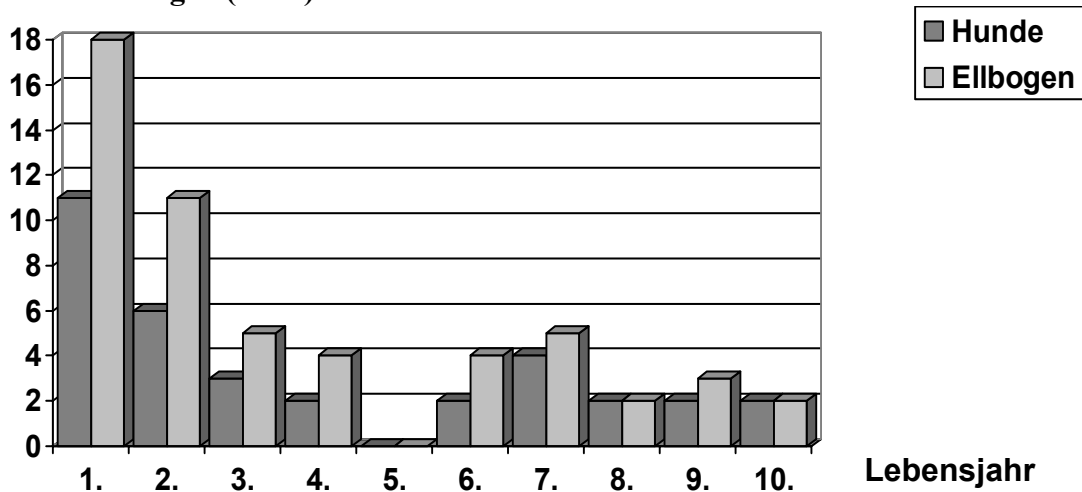
Abbildung 17 zeigt die Verteilung der Rassen in dieser Studie. Die vorderen, schwarzen Balken beziehen sich auf die Rassenverteilung im Bezug auf die Tiere (Anzahl insgesamt 34). Der hintere, graue Balken auf die Anzahl der untersuchten und in der Studie berücksichtigten Ellbogen (Anzahl insgesamt 54).

Abkürzungen: BSH-Berner Sennenhund; DSH-Deutscher Schäferhund

#### 4.1.2 Altersverteilung

Die Tiere der Studie sind zwischen 7 und 110 Monaten alt (Verteilung Abbildung 20). Der Median liegt bei 23 Monaten. Das untere Quartil beträgt 12 Monate, das obere Quartil 78,25. Der mittlere Quartilsabstand ist 33,125.

**Abbildung 20: Altersverteilung aufgeführt für die untersuchten Tiere (n=36) und die untersuchten Ellbogen (n=54)**



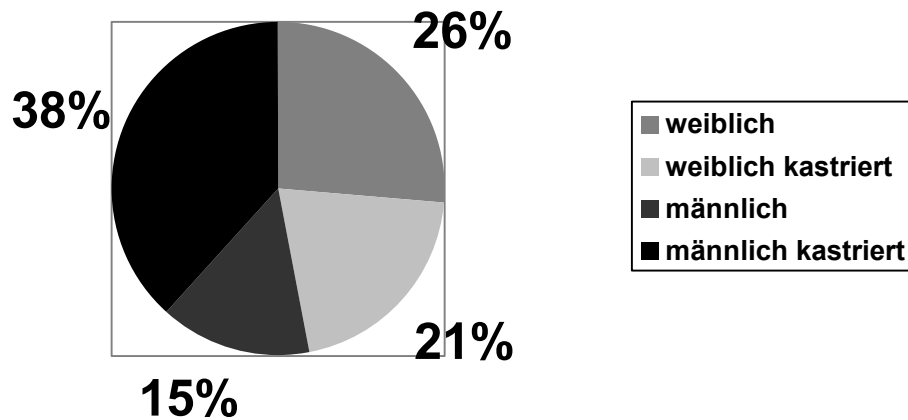
Altersverteilung der in diese Studie eingehenden Tiere (dunkelgrauer Balken), sowie der untersuchten Ellbogengelenke (hellgrauer Balken) in absoluten Zahlen. Die Gesamtanzahl der untersuchten Ellbogen beträgt 54 bei 34 Tieren.

#### 4.1.3 Geschlechtsverteilung

Von den 34 radiologisch und arthroskopisch untersuchten Hunden sind 16 weibliche Tiere (26 Ellbogen), davon sind 7 Hündinnen (11 Ellbogen) kastriert. Demgegenüber stehen 18 Rüden (28 Ellbogen), von denen 13 Hunde (20 Ellbogen) kastriert sind. Abbildung 21 zeigt die prozentuale Aufteilung der Tiere dieser Untersuchung nach Geschlecht und etwaiger Kastration.

Das Verhältnis männlich zu weiblich beträgt 1,125:1. Der Binomialtest für 34 Tiere zum Vergleich zwischen dem vorliegenden Verhältnis und einem Verhältnis von 2:1 ergibt einen Wert von 0,13.

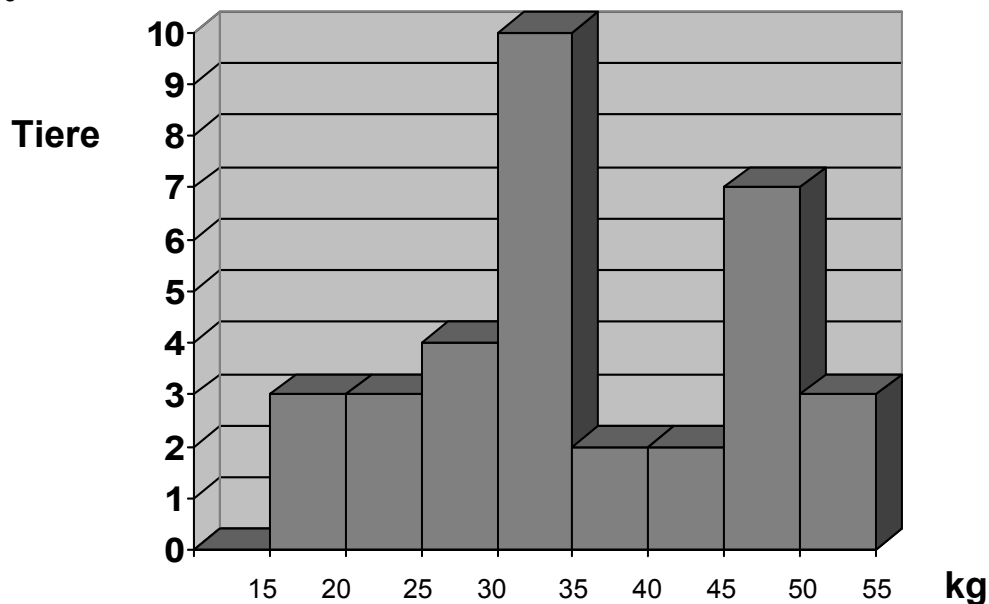
**Abbildung 21: prozentuale Geschlechtsverteilung der untersuchten Tiere unterschieden nach Geschlecht und Kastration.**



#### 4.1.4 Gewichtsverteilung

Die Gewichte der Patienten reichen von 18,5 kg bis 55,0 kg Körpermasse (siehe Abbildung 22). Der arithmetische Mittelwert der Körpermasse liegt bei 36,0 kg. Die Standardabweichung beträgt 10,4 kg.

**Abbildung 22: Gewichtsverteilung der Körpermasse, der in dieser Studie untersuchten Tiere**



Balkendiagramm der Körpergewichte, der in der Studie berücksichtigten 34 Tiere, unterteilt in Gruppen je 5kg Abstand. Da keine Körpergewichte unter 15kg auftreten, sind diese im Diagramm nicht berücksichtigt.

#### 4.1.5 Seitenverteilung

Bei 26 der 54 Ellbogen ist die linke Seite betroffen. In 28 Fällen ist der rechte Ellbogen erkrankt.

#### 4.1.6 beidseitiges Auftreten der Koronoiderkrankung

Bei 76,5 % der Hunde (26 von 34 Tieren) ist die Koronoiderkrankung an beiden Ellbogen aufgetreten. Dabei ist zu bemerken, dass nicht immer beide Ellbogen in der Studie beachtet sind, da einige bereits voroperiert wurden, bzw. aus anderen Gründen nicht in die Untersuchung miteinbezogen werden konnten!

#### 4.1.7 Iatrogene Läsionen

Tabelle 5 stellt die in den Videos der Arthroskopie erkennbare Läsionen dar, die durch Untersucher 4 festgestellt werden:

**Tabelle 5:** Iatrogene Läsionen

<b>Iatrogene Läsion</b>	<b>Anzahl betroffener Ellbogen</b>
Geringgradiger Knorpelschaden Trochlea humeri durch Punktionskanüle	1
Geringgradiger Knorpelschaden caudaler Processus coronoideus medialis durch Punktionskanüle	5
Geringgradiger Knorpelschaden caudaler Processus coronoideus medialis durch Optikkanal	10
Geringgradige Knorpeldefekte seitlicher Radiuskopf nach Manipulation am Koronoid	4

Zusammenfassende Tabelle der, in dieser Studie bei Auswertung der Arthroskopie-Videos aufgetretenen, iatrogenen Läsionen je Gelenk (absolute Zahlen).



## **4.2 Ergebnisse Röntgenauswertung**

Folgende Häufigkeiten treten bei den einzelnen Bewertungspunkten je Ellbogen auf. Die Befunde werden nach Auswertern getrennt aufgeführt.

Darunter befindet sich der Kappa-Koeffizient als Maß für die Übereinstimmung und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahl für die Korrelation bei einem Merkmal mit mehr als drei Abstufungen, da der Kappa-Koeffizient nicht den Grad der Abweichung beachtet. Eine Übersichtstabelle für die Interobserver-Untersuchungen findet sich im Anhang 9.5 Tabelle 65.

Röntgenbeispiele sind in Anhang 9.3 (Seite 185-190) Abbildungen 25-30 angefügt.

### **4.2.1 Lagerung**

Die Tabellen 6-8 zeigen die Beurteilung der Lagerung des Tieres bei Erstellung der Röntgenaufnahmen in verschiedenen Projektionen (mediolateral und anterioposterior) je getrennt für beide Röntgenauswerter incl. Kappa-Koeffizient.

#### **Beugegrad mediolaterale Aufnahme**

**Tabelle 6:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Lagerung - Beugegrad mediolaterale Aufnahme beider Röntgenuntersucher

	135°	90°	Maximale Beugung
Untersucher 1	52	2	0 (vgl. Patientengut)
Untersucher 2	28	26	0 (vgl. Patientengut)

Wert Kappa-Koeffizient: 0,08

Ergebnisse der Beurteilung des Beugegrades in der mediolateralen Röntgenaufnahme unterschieden in den erfahrenen Röntgenuntersucher (Untersucher 1) und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Röntgenbilder von Ellbogen mit maximaler Beugung werden in dieser Studie per Definition nicht berücksichtigt, die Anzahl der ausgewerteten Ellbogen mit diesem Beugegrad ist somit 0. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung für die Beurteilung des Beugegrades in der mediolateralen Röntgenaufnahme ist angefügt.

### **Rotation mediolaterale Aufnahme**

**Tabelle 7:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Lagerung - Rotation mediolaterale Aufnahme beider Röntgenuntersucher

	Pronation	Neutral	Supination
Untersucher 1	22	24	8
Untersucher 2	8	46	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,27

Ergebnisse der Beurteilung einer etwaigen Rotation in der mediolateralen Röntgenaufnahme unterschieden in den erfahrenen Röntgenuntersucher (Untersucher 1) und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung für die Beurteilung der Rotation in der mediolateralen Röntgenaufnahme ist angefügt.

### **Rotation anterioposteriore Aufnahme**

**Tabelle 8:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Lagerung - Rotation anterioposteriore Aufnahme

	Pronation	Neutral	Supination
Untersucher 1	51	0	3
Untersucher 2	17	35	2

Wert Kappa-Koeffizient: 0,022

Ergebnisse der Beurteilung einer etwaigen Rotation in der anterioposterioren Röntgenaufnahme unterschieden in den erfahrenen Röntgenuntersucher (Untersucher 1) und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung für die Beurteilung der Rotation in der anterioposterioren Röntgenaufnahme ist angefügt.

#### 4.2.2 Osteophytäre Zubildungen

Die Tabellen 9-14 zeigen die Beurteilung des Vorliegens osteophytärer Zubildungen in verschiedenen Gelenkanteilen je getrennt für beide Röntgenauswerter incl. Kappa-Koeffizient und Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman.

Tabelle 15 stellt die Auswertung des generellen Vorliegens osteophytärer Zubildung im Ellbogengelenk dar, ohne dabei Grad und Lokalisation zu berücksichtigen.

Die Verteilung des Osteophytenscores (Definition siehe 3.3.3 Bewertungskriterien) für beide Auswerter ist, zusammen mit Kappa- und Rangkorrelationskoeffizient, in Tabelle 16 gezeigt. Abbildung 23 stellt diese Verteilung graphisch dar.

#### **Processus anconaeus**

**Tabelle 9:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen auf dem Processus anconaeus

	Keine	< 2 mm	2mm – 5mm	> 5 mm
Untersucher 1	19	26	8	1
Untersucher 2	3	27	15	9

Wert Kappa-Koeffizient: -0,065

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,74

Tabelle 9 zeigt die Anzahl der Gelenke mit osteophytären Zubildungen auf dem Processus anconaeus, sowie der Höhe etwaiger Zubildungen unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 5 Millimeter“ und „mehr als 5 Millimeter“. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung der osteophytären Zubildungen auf dem Processus anconeaus sind angefügt.

### **Radiuskopf**

**Tabelle 10:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am Radiuskopf

	Keine	< 2 mm	2mm – 5 mm	> 5 mm
Untersucher 1	32	18	3	1
Untersucher 2	25	23	2	4

Wert Kappa-Koeffizient: 0,27

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,47

Tabelle 10 zeigt die Anzahl der Gelenke mit osteophytären Zubildungen am Radiuskopf, sowie der Höhe etwaiger Zubildungen unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 5 Millimeter“ und „mehr als 5 Millimeter“. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung der osteophytären Zubildungen am Radiuskopf sind angefügt.

### **Lateraler Epikondylus humeri**

**Tabelle 11:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am lateralen Epikondylus humeri

	Keine	< 2 mm	2mm – 5 mm	> 5 mm
Untersucher 1	41	9	4	0
Untersucher 2	37	12	4	1

Wert Kappa-Koeffizient: 0,32

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,42

Tabelle 11 zeigt die Anzahl der Gelenke mit osteophytären Zubildungen am lateralen Epikondylus humeri, sowie der Größe etwaiger Zubildungen unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 5 Millimeter“ und „mehr als 5 Millimeter“. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung der osteophytären Zubildungen am Epikondylus lateralis humeri sind angefügt.

### Medialer Epikondylus humeri

**Tabelle 12:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am medialen Epikondylus humeri

	Keine	< 2 mm	2mm – 5 mm	> 5 mm
Untersucher 1	39	13	2	0
Untersucher 2	44	6	4	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,27

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,41

Tabelle 12 zeigt die Anzahl der Gelenke mit osteophytären Zubildungen am medialen Epikondylus humeri, sowie der Größe etwaiger Zubildungen unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 5 Millimeter“ und „mehr als 5 Millimeter“. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung der osteophytären Zubildungen am Epikondylus medialis humeri sind angefügt.

### Processus coronoideus medialis ulnae

**Tabelle 13:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen am Processus coronoideus medialis ulnae

	Keine	< 2 mm	2mm – 5 mm	> 5 mm
Untersucher 1	44	9	1	0
Untersucher 2	38	14	2	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,032

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,13

Tabelle 13 zeigt die Anzahl der Gelenke mit osteophytären Zubildungen im Bereich des Processus coronoideus medialis ulnae, sowie der Größe etwaiger Zubildungen unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 5 Millimeter“ und „mehr als 5 Millimeter“. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung der osteophytären Zubildungen am Koronoid sind angefügt.

### **Trochlea humeri**

**Tabelle 14:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der osteophytären Zubildungen an der Trochlea humeri

	Keine	< 2 mm	2mm – 5 mm	> 5 mm
Untersucher 1	48	5	1	0
Untersucher 2	39	11	3	1

Wert Kappa-Koeffizient: 0,40

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,62

Tabelle 14 zeigt die Anzahl der Gelenke mit osteophytären Zubildungen an der Trochlea humeri, sowie der Größe etwaiger Zubildungen unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 5 Millimeter“ und „mehr als 5 Millimeter“. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung der osteophytären Zubildungen der Trochlea humeri sind angefügt.

### **Generelles Vorliegen**

**Tabelle 15:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das generelle Vorliegen von Osteophyten im untersuchten Ellbogengelenk

	Osteophyten vorhanden	Keine Osteophyten
Untersucher 1	39	15
Untersucher 2	53	1

Wert Kappa-Koeffizient: -0,036

Ergebnisse der Beurteilung eines generellen Vorliegens osteophytärer Zubildungen in der Röntgenuntersuchung unabhängig von Lokalisation(en) oder Größe der Osteophyten (Absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung für die Beurteilung des generellen Vorliegens von Osteophyten im Röntgen ist angefügt.

### Osteophytenscore

**Tabelle 16:** Verteilung der Werte des Osteophytenscores für beide Röntgenuntersucher

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Untersucher 1	15	12	8	9	3	1	2	0	0	2	0	2	0	0
Untersucher 2	1	11	13	9	7	5	1	1	1	0	1	1	0	3

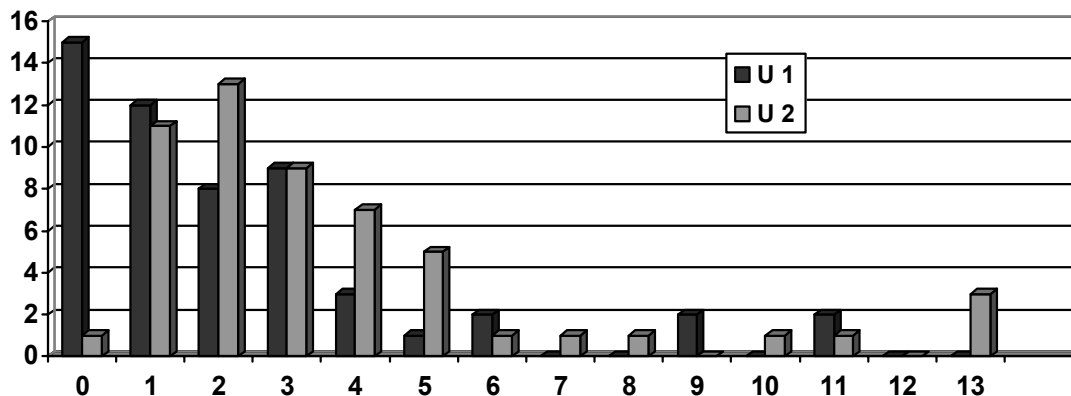
Wert Kappa-Koeffizient: -0,057

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,63

Tabelle 16 zeigt die Resultate der Osteophytenscores je Ellbogengelenk unterschieden in Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 (absolute Anzahl der 54 Gelenke je Osteophytenscore). Entsprechend der Definition (vgl. Material und Methoden) kann der Osteophytenscore theoretisch Werte zwischen 0 und 18 annehmen. In der dieser Studie kommen aber nur Werte bis 13 vor.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher beim Osteophytenscore sind angefügt.

**Abbildung 23:** Verteilung der Ergebnisse beider Untersucher des Osteophytenscores



Anzahl der Ellbogen (y-Achse) je diagnostizierten Wert des Osteophytenscores (x-Achse) unterschieden in Untersucher 1 (U1) und Untersucher 2 (U2). Die Gesamtanzahl der Ellbogen beträgt 54 pro Untersucher. Theoretisch mögliche Werte bis 18 sind in der Untersuchung nicht befundet und somit hier nicht aufgeführt.

#### 4.2.3 Vermehrte Sklerosierung

Die Tabellen 17-19 zeigen die Beurteilung des Vorliegens einer etwaigen Sklerosierung in verschiedenen Gelenkanteilen je getrennt für beide Röntgenauswerter incl. Kappa-Koeffizient und Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman. Bei Tabelle 17 wird in der Auswertung der Sklerosierung caudal des Processus coronoideus medialis noch der Grad der Ausprägung unterschieden.

Tabelle 20 stellt die Bewertung des generellen Vorliegens einer vermehrten Sklerosierung im Ellbogengelenk dar, ohne dabei Grad und Lokalisation zu berücksichtigen.

#### **Caudal des Processus coronoideus medialis**

**Tabelle 17:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher der Sklerosierung caudal des Processus coronoideus medialis ulnae

	Keine	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
Untersucher 1	5	21	24	4
Untersucher 2	2	29	22	1

Wert Kappa-Koeffizient: 0,082

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,37

Ergebnisse der Röntgenauswertung bzgl. des Vorliegens und des Grades einer vermehrten Sklerosierung caudal des Processus coronoideus medialis ulnae je Ellbogengelenk für Untersucher 1 und Untersucher 2 (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Beurteilung der Sklerosierung caudal des Koronoids sind angefügt.

#### **Incisura trochlearis**

**Tabelle 18:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung im Bereich der Incisura trochlearis

	Vermehrte Sklerosierung	Keine vermehrte Sklerosierung
Untersucher 1	4	50
Untersucher 2	25	29

Wert Kappa-Koeffizient: 0,091

Ergebnistabelle für das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung im Bereich der Incisura trochlearis unterschieden in Untersucher 1 und Untersucher 2 (Absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Grad der Sklerosierung wird nicht bewertet. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher für die Beurteilung der vermehrten Sklerosierung der Incisura trochlearis im Röntgen ist angefügt.



### Kapselansatz

**Tabelle 19:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung am Kapselansatz

	Vermehrte Sklerosierung	Keine vermehrte Sklerosierung
Untersucher 1	0	54
Untersucher 2	6	48

Wert Kappa-Koeffizient: -0,056

Ergebnistabelle für das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung am Kapselansatz unterschieden in Untersucher 1 und Untersucher 2 (Absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Grad der Sklerosierung wird nicht bewertet. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher für die Beurteilung der vermehrten Sklerosierung am Kapselansatz im Röntgen ist angefügt.

### Generelles Vorliegen

**Tabelle 20:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das generelle Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung

	Vermehrte Sklerosierung	Keine vermehrte Sklerosierung
Untersucher 1	49	5
Untersucher 2	52	2

Wert Kappa-Koeffizient: -0,056

Ergebnisse der Beurteilung eines generellen Vorliegens einer vermehrten Sklerosierung in der Röntgenuntersuchung unabhängig von Lokalisation(en) (caudal des Processus coronoideus, Incisura trochlearis und oder Grad der Sklerosierung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Beurteilung des generellen Vorliegens einer vermehrten Sklerosierung im Röntgen ist angefügt.

#### 4.2.4 Inkongruenz

In den Tabellen 21-24 werden die Ergebnisse der Auswertung der Gelenkkongruenz bzw. Inkongruenz dargestellt. Tabellen 21 und 22 zeigen die Untersuchungsergebnisse bzgl. des Vorliegens einer Stufe zwischen Radius und Ulna. Tabelle 23 stellt die Auswertung Kongruenz zwischen Trochlea humeri und der Incisura trochlearis dar. Tabelle 24 beschreibt das Vorliegen eines deformierten Radiuskopfes.

##### **Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna**

**Tabelle 21:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz - Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna

	Keine	< 2 mm	2mm – 4 mm	> 4 mm
Untersucher 1	33	18	3	0
Untersucher 2	49	4	1	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,19

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,24

Tabelle 21 zeigt Ergebnisse der Beurteilung des Auftretens einer intraartikulären Stufe mit einem im Vergleich zur Ulna zu kurzen Radius (short radius), sowie der Größe einer etwaigen Stufe unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 4 Millimeter“ und „mehr als 4 Millimeter“ (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung für die Beurteilung des short radius sind angefügt.

##### **Intraartikuläre Stufe Ulna kürzer als Radius**

**Tabelle 22:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz - Intraartikuläre Stufe Ulna kürzer als Radius

	Keine	< 2 mm	2mm – 4 mm	> 4 mm
Untersucher 1	54	0	0	0
Untersucher 2	52	1	1	0

Wert Kappa-Koeffizient: nicht berechenbar

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: <0,0001

Tabelle 22 zeigt Ergebnisse der Beurteilung des Auftretens einer intraartikulären Stufe mit einer im Vergleich zum Radius zu kurzen Ulna (short ulna), sowie der Größe einer etwaigen Stufe unterteilt in die Gruppen „kleiner 2 Millimeter“, „2 bis 4 Millimeter“ und „mehr als 4 Millimeter“ (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und dem Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen

der Übereinstimmung für die Beurteilung einer short ulna sind angefügt. Da Untersucher 1 in keinem Fall eine short ulna diagnostiziert, kann der Kappa-Koeffizient aus mathematischen Gründen nicht berechnet werden.

### **Zu enge Incisura trochlearis**

**Tabelle 23:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz im Sinne einer zu engen Incisura trochlearis

	Incisura trochlearis zu eng	Keine Inkongruenz
Untersucher 1	0	54
Untersucher 2	1	53

Wert Kappa-Koeffizient: nicht berechenbar

Resultate der Röntgenauswertung der 54 Ellbogengelenke für das Vorliegen einer zu engen Incisura trochlearis im Vergleich zu Trochlea und Capitulum humeri unterteilt nach Röntgenuntersucher 1 und Röntgenuntersucher 2 (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher ist aus mathematischen Gründen nicht berechenbar.

### **Deformierter Radiuskopf**

**Tabelle 24:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher einer etwaigen Inkongruenz aufgrund eines deformierten Radiuskopfes

	Radiuskopf deformiert	Radiuskopf ohne besonderen Befund
Untersucher 1	4	50
Untersucher 2	12	42

Wert Kappa-Koeffizient: 0,30

Resultate der Röntgenauswertung der 54 Ellbogengelenke für das Vorliegen eines deformierten Radiuskopfes unterteilt nach Röntgenuntersucher 1 und Röntgenuntersucher 2 (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Diagnose eines deformierten Radiuskopfes im Röntgen ist angefügt.

#### 4.2.5 Processus coronoideus medialis ulnae (Pcm)

In den Tabellen 25-30 wird das radiologische Erscheinungsbild des Processus coronoideus medialis ulnae dargestellt. Hierbei werden zum einen die Abgrenzbarkeit (Tabellen 25 und 26) und die Dichte (Tabellen 27 und 28) bewertet. Dies geschieht jeweils in zwei verschiedenen Merkmalen, je eine abgestufte Beurteilung und je eine über das generelle Vorliegen der Veränderung. Des Weiteren zeigen die Tabellen 29 und 30 das Vorliegen einer etwaigen Aufhellungslinie, bzw. eines Fragmentes im Bereich des Koronoids.

##### **Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae**

**Tabelle 25:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich der Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae

	Scharf begrenzt	Unscharf begrenzt	Nicht abgrenzbar
Untersucher 1	10	28	16
Untersucher 2	3	35	16

Wert Kappa-Koeffizient: 0,25

Tabelle 25 zeigt Ergebnisse der Beurteilung der Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Die Ausprägung „scharf begrenzt“ stellt den Normalbefund dar. „Unscharf begrenzt“ und „nicht abgrenzbar“ sind Abstufungen verminderter Abgrenzbarkeit, wobei „nicht abgrenzbar“ den stärksten Befund darstellt. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und dem Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maßzahl der Übereinstimmung der Auswerter für die Beurteilung der Abgrenzbarkeit ist angefügt.

##### **Verminderte Abgrenzbarkeit**

**Tabelle 26:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des generellen Vorliegens einer verminderten Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae

	Verminderte Abgrenzbarkeit	Keine verminderte Abgrenzbarkeit
Untersucher 1	44	10
Untersucher 2	51	3

Wert Kappa-Koeffizient: 0,24

Ergebnisse der Beurteilung eines generellen Vorliegens einer verminderten Abgrenzbarkeit als dichotomes Merkmal in der Röntgenuntersuchung unabhängig vom Grad der Veränderung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Beurteilung des generellen Vorliegens einer verminderten Abgrenzbarkeit im Röntgen ist angefügt.

### Dichte Koronoid

**Tabelle 27:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich der Dichte des Koronoids

	Ohne besonderen Befund	Geringgradig vermindert	Mittelgradig vermindert	Hochgradig vermindert
Untersucher 1	9	16	21	8
Untersucher 2	8	24	14	8

Wert Kappa-Koeffizient: 0,23

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,48

Tabelle 27 zeigt Ergebnisse der Beurteilung der Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Die Stärke der Ausprägung wird einer eventuell vorliegenden verminderten Dichte in drei Grade eingeteilt. Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Befundung der Dichte des Koronoids sind angefügt.

### Verminderte Dichte

**Tabelle 28:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des generellen Vorliegens einer verminderten Dichte des Koronoids

	Verminderte Dichte	Keine verminderte Dichte
Untersucher 1	45	9
Untersucher 2	46	8

Wert Kappa-Koeffizient: 0,23

Ergebnisse der Beurteilung eines generellen Vorliegens einer verminderten Dichte als dichotomes Merkmal in der Röntgenuntersuchung unabhängig vom Grad der Veränderung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Beurteilung des generellen Vorliegens einer verminderten Dichte im Röntgen ist angefügt.

### Aufhellungslinie

**Tabelle 29:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des Vorliegens einer Aufhellungslinie im Bereich des Koronoids

	Aufhellungslinie sichtbar	Aufhellungslinie nicht sichtbar
Untersucher 1	0	54
Untersucher 2	10	44

Wert Kappa-Koeffizient: nicht berechenbar

Ergebnisse der Beurteilung des Vorliegens einer Aufhellungslinie bei der Röntgenuntersuchung (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Es wird zwischen dem erfahrenen Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Auswerter kann nicht berechnet werden, da Untersucher 1 in keinem Gelenk eine Aufhellungslinie diagnostizieren kann. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher ist angefügt.

### Freies Fragment

**Tabelle 30:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher bezüglich des Vorliegens eines freien Fragmentes im Bereich des Koronoids

	Freies Fragment sichtbar	Kein freies Fragment sichtbar
Untersucher 1	0	54
Untersucher 2	8	46

Wert Kappa-Koeffizient: nicht berechenbar

Ergebnisse der Beurteilung des Vorliegens eines freien Fragmentes bei der Röntgenuntersuchung. Es wird zwischen dem erfahrenen Untersucher 1 und Untersucher 2 mit geringer Berufserfahrung unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Auswerter kann nicht berechnet werden, da Untersucher 1 in keinem der 54 Gelenke ein freies Fragment diagnostizieren kann. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher ist angefügt.

#### 4.2.6 Humerus

Tabelle 31 zeigt die Auswertungsergebnisse der radiologischen Untersuchung der Trochlea auf subchondrale Defekte.

#### **Subchondraler Defekt Trochlea**

**Tabelle 31:** Ergebnisse der Beurteilung beider Röntgenuntersucher über das etwaige Auftreten subchondraler Defekte an der Trochlea humeri

	Nicht vorhanden	Osteochondrosis dissecans	Kissing lesion	Vorhanden, aber ohne sichere Diagnose
Untersucher 1	47	0 (vgl. Patientengut)	3	4
Untersucher 2	39	0 (vgl. Patientengut)	0	15

Wert Kappa-Koeffizient: 0,23

Tabelle 31 zeigt die Resultate der Röntgenuntersuchung bezüglich subchondraler Defekte an der Trochlea humeri, unterteilt in Untersucher 1 und Untersucher 2 (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Keiner der beiden Untersucher kann in einem der Ellbogengelenke eine Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri erkennen, da dies definitionsgemäß zum Ausschluß des Falles aus der Studie führt. In der Ausprägung „kissing lesion“ können subchondrale Defekte radiologisch sicher als solche angesprochen werden. In anderen Fällen kann zwar ein subchondraler Defekt an der Trochlea humeri diagnostiziert werden, ein sicherer Ausschluß einer Osteochondrosis dissecans ist jedoch nicht möglich. In keinem dieser Fälle zeigen sich arthroskopisch Hinweise auf eine Osteochondrosis dissecans, da sonst ebenfalls ein Studienausschluß die Folge wäre.

Für die Auswertung des Kappa Koeffizienten zur Überprüfung der Übereinstimmung beider Untersucher werden die Gruppen „Kissing lesion“ und „Vorhanden, aber ohne sichere Diagnose“ zusammengefasst.

#### 4.2.7 ED-Score

Die Ergebnisse beider Röntgenuntersucher für die Bewertung der Ellbogen nach dem ED-Score nach Lang (1998) sind in Tabelle 32 dargestellt. Abbildung 24 zeigt die graphische Verteilung.

**Tabelle 32:** Verteilung der Werte des ED-Scores nach Lang (1998) für beide Röntgenuntersucher

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Untersucher 1	2	2	5	3	5	12	11	6	1	1	1	3	1	1	0
Untersucher 2	0	0	2	2	8	9	11	8	5	4	1	1	0	2	1

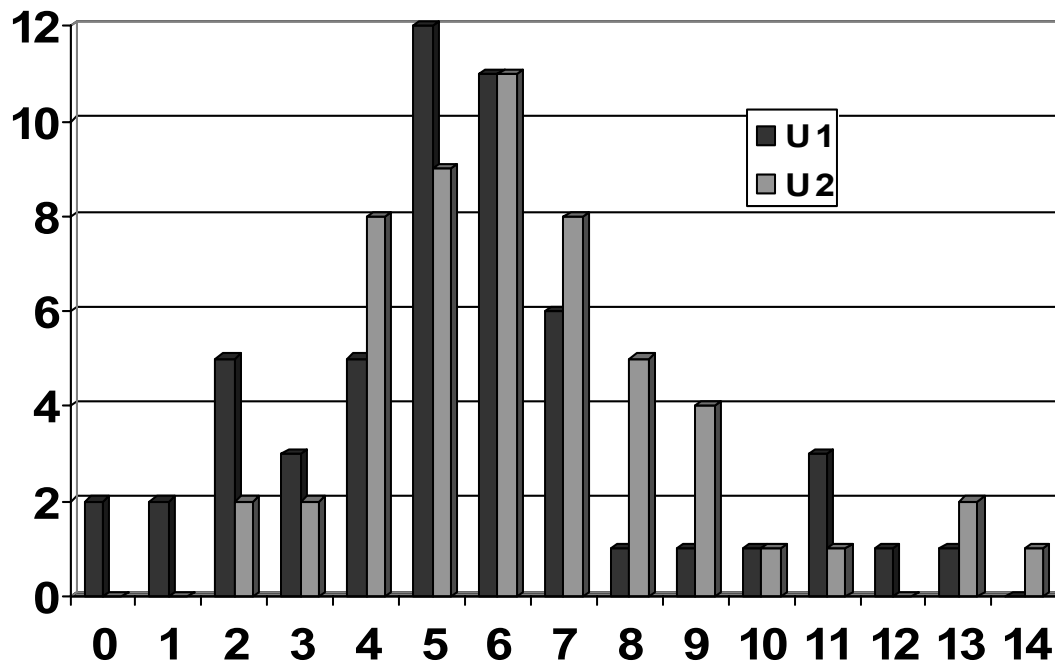
Wert Kappa-Koeffizient: 0,075

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,58

Tabelle 32 zeigt die Ergebnisse der ED-Scores nach Lang (1998) je Ellbogengelenk, unterschieden in Röntgenuntersucher 1 und Untersucher 2 (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Entsprechend der Definition (Befundbogen Anlage 2, Lang et al., 1998) kann der ED-Score theoretisch Werte zwischen 0 und 21 annehmen. In der dieser Studie kommen aber nur Werte bis 14 vor.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher beim Osteophytenscore sind angefügt.

**Abbildung 24: ED-Score**



Anzahl der Ellbogen (y-Achse) je diagnostizierten Wert des ED-Scores (x-Achse) unterschieden in Untersucher 1 (U1) und Untersucher 2 (U2). Die Gesamtanzahl der Ellbogen beträgt 54 pro Untersucher. Theoretisch mögliche Werte bis 21 sind in der Untersuchung nicht befundet und somit hier nicht aufgeführt.



#### 4.2.8 Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale

Die Ergebnisverteilung der, in Kapitel 3.3.3 eingeführten, Variable „Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale ist in Tabelle 33 dargestellt.

**Tabelle 33:** Verteilung der Anzahl der gemeinsam vorliegenden Röntgenmerkmale für beide Untersucher

	0	1	2	3	4	5
Untersucher 1	2	2	7	6	21	16
Untersucher 2	0	0	1	12	36	5

Wert Kappa-Koeffizient: 0,14

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,33

Tabelle 33 stellt die Anzahl der Gelenke je Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale aufgeteilt nach Untersucher 1 und Untersucher 2 dar (absolute Anzahl der 54 Gelenke). Dafür werden folgende, im Einzelnen bereits beschriebene Röntgenmerkmale auf Vorliegen überprüft: Osteophytäre Zubildungen - Generelles Vorliegen, Inkongruenz – Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna, Vermehrte Sklerosierung - Generelles Vorliegen, Pcm (Processus coronoideus medialis) - Verminderte Abgrenzbarkeit, Pcm - Verminderte Dichte. Die Variable kann entsprechend der Einteilung in der Tabelle Werte zwischen 0 (keines der genannten Merkmale liegt vor) und 5 (alle der beschriebenen Merkmale liegen vor) annehmen.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

### **4.3 Ergebnisse Videoauswertung Arthroskopie**

Folgende absolute Häufigkeiten treten bei den einzelnen Bewertungspunkten je Ellbogen auf. Die Befunde sind nach Auswertern getrennt aufgeführt.

Darunter befindet sich der Kappa-Koeffizient als Maß für die Übereinstimmung und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahl für die Korrelation bei einem Merkmal mit mehr als drei Abstufungen, da der Kappa-Koeffizient nicht den Grad der Abweichung beachtet. Eine Übersichtstabelle für die Interobserver-Untersuchungen findet sich im Anhang 9.5 Tabelle 65.

Arthroskopische Beispielfotos sind im Anhang 9.4 (Seite 191-197) Abbildungen 31-43 angefügt.

#### **4.3.1 Synovialzotten**

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse und deren Verteilung bei der arthroskopischen Bewertung der Synovialzotten.

#### **Synovialitis**

**Tabelle 34:** Ergebnisse der Beurteilung beider Arthroskopieuntersucher über das etwaige Auftreten und Ausprägung einer Synovialitis (Einteilung nach Behrends, 1996)

	Ohne besonderen Befund	Grad I	Grad II	Grad III
Untersucher 3	3	32	15	4
Untersucher 4	8	20	22	4

Wert Kappa-Koeffizient: 0,29

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,52

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse der arthroskopischen Beurteilung einer eventuell vorliegenden Synovialitis. Aufgeführt ist die Anzahl der insgesamt 54 untersuchten Gelenke mit entsprechender Bewertung für Untersucher 3 (erfahren in der Arthroskopie) und Untersucher 4 (nur geringgradige Erfahrung in der Arthroskopie). Die Einteilung der Merkmalsausprägung erfolgt entsprechend der Einteilung nach Behrends (1996) in „ohne besonderen Befund“ und Grad I bis III.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher bei der Bewertung der Synovialitis sind angefügt.

#### 4.3.2 Processus coronoideus medialis

Die Tabellen 35-39 sind die Ergebnisse der arthroskopischen Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae beschrieben. Dabei werden die Ausprägung der Erkrankung (entspricht Zustand Koronoid (Tabelle 35)), die Anzahl eventuell vorliegender Fragmente (Tabelle 36), der Zustand des Knorpels (Tabelle 37), der Verlauf der Frakturlinien nach Schawalder (1990) (Tabelle 38) und die Lage eines eventuell vorliegenden Fragmentes bewertet (Tabelle 39).

#### **Zustand Koronoid**

**Tabelle 35:** Ergebnisse der Beurteilung beider Arthroskopieuntersucher bezüglich Zustandes des Processus coronoideus medialis ulnae

	intakt	Avitaler, weicher Knochen	Fissur	Fragmentiert	Frei
Untersucher 3	2	12	22	18	0
Untersucher 4	5	17	13	15	4

Wert Kappa-Koeffizient: 0,55

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,73

In Tabelle 35 ist der Zustand des Processus coronoideus medialis ulnae zusammenfassend für die 54 Gelenke der Studie dargestellt. Sie zeigt, geteilt in den arthroskopisch erfahrenen Untersucher 3 und den unerfahrenen Untersucher 4, die Anzahl der Gelenke je Merkmalsausprägung. Die Ausprägung „intakt“ stellt ein arthroskopisch nicht erkranktes Gelenk dar. Die Abstufungen vom avitalen, weichen Knochen bis zum „freien“ Fragment sind Erscheinungsformen des fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (Koronoiderkrankung) in aufsteigender Reihenfolge der Stärke der Ausprägung.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

### Anzahl Fragmente

**Tabelle 36:** Ergebnisse der Auszählung der Anzahl etwaiger intraartikulärer Fragmente bei der Koronoiderkrankung für beide Arthroskopieuntersucher

	0	1	2	3	4	5
Untersucher 3	36	12	6	0	0	0
Untersucher 4	35	12	5	1	0	1

Wert Kappa-Koeffizient: nicht berechenbar

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,73

In Tabelle 36 ist die Anzahl der 54 Gelenke sortiert nach Anzahl der Fragmente dargestellt. Die Auswertung erfolgt für Untersucher 3 und Untersucher 4 getrennt. Gelenke, die keine Fragmente aufweisen (Anzahl Fragmente = 0), zeigen in der Arthroskopie Fissuren, avitalen, weichen Knochen oder sind intakt.

Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahl der Übereinstimmung beider Untersucher ist angefügt. Der Kappa-Koeffizient kann aus mathematischen Gründen nicht berechnet werden.

### Knorpel

**Tabelle 37:** Beurteilungsergebnisse des Knorpels des Processus coronoideus medialis ulnae getrennt für beide Arthroskopieuntersucher

	verdickt	Ohne besonderen Befund	Rau, erodiert, dünner	Nicht mehr vorhanden
Untersucher 3	6	14	31	3
Untersucher 4	0	19	30	5

Wert Kappa-Koeffizient: 0,21

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,11

Tabelle 37 zeigt die Anzahl der Gelenke mit entsprechendem Zustand des Knorpels im Bereich des Koronoids, aufgeteilt nach dem erfahrenen Untersucher 3 und dem wenig erfahrenen Untersucher 4.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

### Fragment – Schawalder

**Tabelle 38:** Ergebnisse der arthroskopischen Beurteilung des Frakturlinienverlaufes (Einteilung nach Schawalder, 1990) getrennt für beide Untersucher

	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Kein FCP
Untersucher 3	25	17	10	0	2
Untersucher 4	18	27	4	0	5

Wert Kappa-Koeffizient: 0,26

Anzahl der insgesamt 54 Gelenke je Kategorie eingeteilt nach dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990), unterteilt nach Untersucher 3 und Untersucher 4. In den Fällen „kein FCP“ lagen keine Veränderungen im Bereich des Processus coronoideus medialis vor, so dass auch keine Einordnung in die Einteilung nach Schawalder erfolgen konnte (vgl. Vorliegen einer Koronoiderkrankung/fragmentierten Processus coronoideus).

Auch wenn dieses Merkmal in mehr als drei Abstufungen eingeteilt ist, macht die Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman keinen Sinn, da die Abstufung keine natürliche Reihenfolge darstellt, d.h. eine Abweichung zwischen Typ I und II ist nicht weniger deutlich als zwischen Typ I und IV. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher ist angefügt.

### Fragment – Lage freies Fragment

**Tabelle 39:** Ergebnisse der Einschätzung der Lokalisierung etwaiger Fragmente im Gelenk getrennt für beide Arthroskopieuntersucher

	Kein freies Fragment	Zw. Radius und Seitenband	In situ	Vor medialem Seitenband	Verklebt mit Kapsel	Verklebt mit Seitenband
Untersucher 3	36	10	8	0	0	0
Untersucher 4	35	8	9	0	2	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,64

Anzahl der insgesamt 54 Gelenke je Gruppe eingeteilt nach Lage der Fragmente, sofern ein Fragment (in Tabelle 35 als Fragment oder frei (disloziertes Fragment) zugeordnet) vorliegt. Hierbei wird zwischen dem in der Arthroskopie erfahrenen Chirurgen (Untersucher 3) und dem unerfahrenen Auswerter (Untersucher 4) unterschieden. Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher ist angefügt.

Auch wenn dieses Merkmal in mehr als drei Abstufungen eingeteilt ist, macht die Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman keinen Sinn, da die Abstufung keine natürliche Reihenfolge darstellt, d.h. eine Abweichung zwischen „In situ“ und „Vor medialem Seitenband“ ist nicht weniger deutlich als zwischen „In situ“ und „Verklebt mit Seitenband“.

#### 4.3.3 Vorliegen einer Koronoiderkrankung/fragmentierten Processus coronoideus

Tabelle 40 zeigt die Verteilung der Bewertung bzgl. des Vorliegens einer Koronoiderkrankung, dabei werden Form und Ausprägung der Erkrankung nicht berücksichtigt.

**Tabelle 40:** Ergebnisse der Beurteilung beider Arthroskopieuntersucher bezüglich des generellen Vorliegens einer Koronoiderkrankung

	Erkrankung (FCP) liegt vor	Ohne besonderen Befund
Untersucher 3	52	2
Untersucher 4	49	5

Wert Kappa-Koeffizient: 0,55

Tabelle 40 zeigt die Anzahl der Gelenke, die eine Erkrankung aufweisen oder unauffällig sind. Bei diesem dichotomen Merkmal spielt die Ausprägung der Erkrankung (vom avitalen, weichen Knochen bis hin zum freien Fragment) oder der Frakturlinienverlauf keine Rolle. Es wird zwischen dem in der Arthroskopie erfahrenen Chirurgen (Untersucher 3) und dem unerfahrenen Auswerter (Untersucher 4) unterschieden.

Der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung beider Untersucher ist angefügt.

#### 4.3.4 Trochlea humeri – Schliffusuren

Tabelle 41 zeigt die Verteilung der arthroskopischen Bewertung von etwaigen Schliffusuren an der Trochlea humeri.

**Tabelle 41:** Beurteilungsergebnisse des Knorpels im Bereich der Trochlea humeri bezüglich Schliffusuren, getrennt für beide Arthroskopieuntersucher

	Ohne besonderen Befund	Grad I	Grad II	Grad III
Untersucher 3	29	15	3	7
Untersucher 4	28	15	5	6

Wert Kappa-Koeffizient: 0,64

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,77

Tabelle 41 zeigt die Anzahl der Gelenke mit entsprechendem Zustand des Knorpels der Trochlea humeri, aufgeteilt nach dem erfahrenen Untersucher 3 und dem wenig erfahrenen Untersucher 4. Die Schliffusuren, auch kissing lesions genannt, werden nach dem vereinfachten Schema von Noyes & Stabler (1989) eingeteilt.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

#### 4.3.5 Caput radii – Knorpel

Tabelle 42 zeigt die Ergebnisverteilung der arthroskopischen Bewertung des Gelenkknorpels im Bereich des Radiuskopfes getrennt nach Untersuchern.

**Tabelle 42:** Beurteilungsergebnisse des Knorpels der Gelenkfläche im Bereich des Radiuskopfes getrennt für beide Arthroskopieuntersucher

	verdickt	Ohne besonderen Befund	Rau, erodiert, dünner	Nicht mehr vorhanden
Untersucher 3	5	29	20	0
Untersucher 4	0	48	6	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,27

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,31

Tabelle 42 zeigt die Anzahl der Gelenke mit entsprechendem Zustand des Knorpels im Bereich des Caput radii, aufgeteilt nach dem erfahrenen Untersucher 3 und dem wenig erfahrenen Untersucher 4.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

#### 4.3.6 Incisura trochlearis – Knorpel

Tabelle 43 zeigt die Ergebnisverteilung der arthroskopischen Bewertung des Gelenkknorpels im Bereich der Incisura trochlearis getrennt nach Untersuchern.

**Tabelle 43:** Beurteilungsergebnisse des Knorpels der Gelenkfläche im Bereich Incisura trochlearis getrennt für beide Arthroskopieuntersucher

	verdickt	Ohne besonderen Befund	Rau, erodiert, dünner	Nicht mehr vorhanden
Untersucher 3	0	46	7	0
Untersucher 4	0	38	14	1

Wert Kappa-Koeffizient: 0,17

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,27

Tabelle 43 zeigt die Anzahl der Gelenke mit entsprechendem Zustand des Knorpels im Bereich des Koronoids, aufgeteilt nach dem erfahrenen Untersucher 3 und dem wenig erfahrenen Untersucher 4. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

Bei einem Arthroskopie-Video konnte der Knorpel der Incisura trochlearis nach Meinung beider Auswerter nicht beurteilt werden. Daher wird nur in 53 der insgesamt 54 untersuchten Ellbogengelenke der Knorpel der Incisura trochlearis befundet.

#### 4.3.7 Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen

Die Verteilung der Ergebnisse beider Untersucher für die Variable „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“ ist in Tabelle 44 dargestellt.

**Tabelle 44:** Ergebnisse der Auszählung der Anzahl verschiedener Stellen mit Knorpelerosionen im Ellbogengelenk für beide Arthroskopieuntersucher

	0	1	2	3	4
Untersucher 3	14	13	11	10	5
Untersucher 4	15	11	17	5	5

Wert Kappa-Koeffizient: 0,25

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,65

Anzahl der Gelenke eingeteilt nach der Anzahl der Stellen im Gelenk, die Knorpelerosionen egal welchen Grades aufweisen. Folgende Gelenkanteile fließen in diese Bewertung ein: Processus coronoideus medialis, Trochlea humeri, Caput radii und Incisura trochlearis. Bei einem Arthroskopie-Video konnte der Knorpel der Incisura trochlearis nach Meinung beider Auswerter nicht beurteilt werden, daher wird auch hier dieser Fall (Ellbogen) nicht aufgeführt. Die Gesamtanzahl der für dieses Merkmal untersuchten Gelenke beträgt folglich nur 53, im Gegensatz zu den insgesamt 54 in der Studie untersuchten Gelenken. Es wird zwischen dem in der Arthroskopie erfahrenen Chirurgen (Untersucher 3) und dem unerfahrenen Auswerter (Untersucher 4) unterschieden.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.



#### 4.3.8 Arthrotische Veränderungen

Tabelle 45 zeigt die Ergebnisse der subjektiven, arthroskopischen Beurteilung arthrotischer Veränderungen im Ellbogengelenk.

**Tabelle 45:** Ergebnisse der Beurteilung beider Untersucher bezüglich der Ausprägung arthrotischer Veränderungen in der Arthroskopie

	Keine sichtbar	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
Untersucher 3	50	3	1	0
Untersucher 4	26	17	5	6

Wert Kappa-Koeffizient: -0,038

Wert Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: 0,11

Anzahl der insgesamt 54 Gelenke eingeteilt nach dem arthroskopisch sichtbaren Arthrosegrad. Es wird zwischen dem in der Arthroskopie erfahrenen Chirurgen (Untersucher 3) und dem unerfahrenen Auswerter (Untersucher 4) unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

#### 4.3.9 Stufe Arthroskopie

Tabelle 46 zeigt die Ergebnisverteilung der Beurteilung einer etwaigen intraartikulären Stufe zwischen Radius und Ulna.

**Tabelle 46:** Ergebnisse der Beurteilung beider Untersucher bezüglich des Auftretens einer radioulnaren Stufe in der Arthroskopie

	Short radius	Keine	Short Ulna
Untersucher 3	1	52	1
Untersucher 4	8	46	0

Wert Kappa-Koeffizient: 0,058

Absolute Zahlen der insgesamt 54 Gelenke nach der Einteilung einer etwaigen radioulnaren Inkongruenz, die entweder als im Vergleich zur Ulna zu kurzer Radius (short radius) oder als im Vergleich zum Radius zu kurze Ulna (short ulna) ausgeprägt sein kann. Es wird zwischen dem in der Arthroskopie erfahrenen Chirurgen (Untersucher 3) und dem unerfahrenen Auswerter (Untersucher 4) unterschieden. Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maßzahlen der Übereinstimmung beider Untersucher sind angefügt.

#### **4.4 Vergleich Röntgen – Arthroskopie**

Die zweidimensionalen Häufigkeitsauszählungen, die den in Kapitel 3.6 genannten Statistikprogrammen als Basis dienen, sind aus Platzgründen an dieser Stelle nicht eingefügt, können jedoch beim Verfasser eingesehen werden.

##### 4.4.1 Vergleich einzelner Röntgenbefunde und Kombinationen von Röntgenbefunden mit arthroskopischen Vorliegen einer Koronoiderkrankung, Zustand des Koronoids und Frakturlinienverlauf

Folgende **Röntgenbefunde** werden hierbei untersucht:

###### *Ost - Generelles Vorliegen von osteophytären Zubildungen:*

Das im Kapitel 4.8.2 „Osteophytäre Zubildungen – Generelles Vorliegen“ (Tabelle 14) bereits in seiner Ausprägung dargestellte Merkmal beschreibt das Vorliegen von osteophytären Zubildungen als Zeichen der Arthrose im Gelenk, unabhängig von Grad und Lokalisation der Osteophyten.

###### *ShRa – Short radius:*

Dieses in Kapitel 4.8.4 „Inkongruenz – Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna“ (Tabelle 20) vorgestellte Merkmal wird im Gegensatz zur dort dargestellten Abstufungen hier nur als dichotomes Merkmal aufgeführt. Die Abstufungen <2mm, 2-4mm, >4mm werden zum „Vorliegen einer intraartikulären Stufe Radius kürzer als Ulna (Short radius)“ zusammengefasst, um einen homogenen Datensatz für die Auswertung zu erlangen.

###### *Skl - Generelles Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung:*

Entsprechend Tabelle 19 „Vermehrte Sklerosierung – Generelles Vorliegen“ in Kapitel 4.8.3 liegt ein positives Merkmal vor, wenn eine Sklerosierung unabhängig von Grad und Lokalisation durch Untersucher 1, bzw. 2 diagnostiziert wird.

###### *Ab - Verminderte Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae:*

Ebenfalls dichotomes Merkmal, in Tabelle 26 „Pcm - Verminderte Abgrenzbarkeit“ Kapitel 4.8.5 beschrieben.

*Di - Verminderte Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae:*

Vergleiche Tabelle 28 „Pcm - Verminderte Dichte“ Kapitel 4.8.5.

*ALinie - Aufhellungslinie radiologisch sichtbar:*

Im Gegensatz zu den erstgenannten Merkmalen, bei denen bei Vorliegen eines oder mehrerer positiver Befunde nur ein Verdacht auf eine Koronoiderkrankung ausgesprochen werden kann, stellt eine radiologisch sichtbare Aufhellungslinie eine definitive Diagnose der Koronoiderkrankung dar. Vergleiche Tabelle 29, Kapitel 4.8.5.

*Fragm - Fragment radiologisch sichtbar:*

Bei Vorliegen des positiven Merkmals stellt ein radiologisch sichtbares Fragment ebenso eine definitive Diagnose einer Koronoiderkrankung dar. Hier ist sogar das Vorliegen eines (ggf. dislozierten) Fragmentes zu erwarten (Tabelle 30, Kapitel 4.8.5). Bei den beiden letztgenannten Merkmalen erfolgt keine Untersuchung in Kombination mit den anderen Merkmalen, da eine definitive Diagnose besteht.

*... liegen gemeinsam vor:*

Im klinischen Fall liegen häufig mehrere der vorgestellten Merkmale gemeinsam vor. Daher werden in dieser Auswertung auch die Kombinationen von 2, 3, 4, oder auch 5 Merkmalen gemeinsam untersucht. Eine Mehrfachnennung erfolgt, d.h. ein Ellbogengelenk bei dem radiologisch das Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung, einer verminderten Abgrenzbarkeit und einer verminderten Dichte gemeinsam festgestellt wird (Skl-Ab-Di), wird ebenso bei Skl, Ab, Di, Skl-Ab, Skl-Di und Ab-Di mituntersucht, da ansonsten bei den üblichen Fallzahlen, sowie der hier vorliegenden Anzahl untersuchter Ellbogengelenke keine statistische Auswertung möglich gewesen wäre.

Die Kombination mit den Merkmalen „ALinie“ und „Fragm“ entfallen aus beschriebenem Grund.

Bei allen Röntgenmerkmalen dieses Kapitels handelt es sich um dichotome Entscheidungen. Tabelle 47 stellt alle Merkmale und die möglichen, sinnvollen Kombinationen mit ihren, in den folgenden Tabellen verwendeten, Abkürzungen vor.

**Tabelle 47:** Abkürzung der Röntgenmerkmale der in Kapitel 4.10.1 beschriebenen Vergleichuntersuchung zwischen Röntgen und Arthroskopie

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Ost	Generelles Vorliegen von osteophytären Zubildungen
ShRa	Short radius
Skl	Generelles Vorliegen einer vermehrten Sklerosierung
Ab	Verminderte Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae
Di	Verminderte Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae
ALinie	Aufhellungslinie radiologisch sichtbar
Fragm	Fragment radiologisch sichtbar
Ost-ShRa	Osteophytäre Zubildungen und Short radius liegen gemeinsam vor
Ost-Skl	Osteophytäre Zubildungen und eine vermehrte Sklerosierung liegen gemeinsam vor
Ost-Ab	Osteophytäre Zubildungen und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
Ost-Di	Osteophytäre Zubildungen und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
ShRa-Skl	Short radius und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
ShRa-Ab	Short radius und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
ShRa-Di	Short radius und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Skl-Ab	Eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
Skl-Di	Eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Skl-Di	Eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ab-Di	Eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ost-ShRa-Skl	Osteophytäre Zubildungen, Short radius und eine vermehrte Sklerosierung liegen gemeinsam vor
Ost-ShRa-Ab	Osteophytäre Zubildungen, Short radius und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
Ost-ShRa-Di	Osteophytäre Zubildungen, Short radius und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ost-Skl-Ab	Osteophytäre Zubildungen, eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
Ost-Skl-Di	Osteophytäre Zubildungen, eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ost-Ab-Di	Osteophytäre Zubildungen, eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
ShRa-Skl-Ab	Short radius, eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
ShRa-Skl-Di	Short radius, eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
ShRa-Ab-Di	Short radius, eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Skl-Ab-Di	Eine vermehrte Sklerosierung, eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ost-ShRa-Skl-Ab	Osteophytäre Zubildungen, Short radius, eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Abgrenzbarkeit liegen gemeinsam vor
Ost-ShRa-Skl-Di	Osteophytäre Zubildungen, Short radius, eine vermehrte Sklerosierung und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ost-Skl-Ab-Di	Osteophytäre Zubildungen, eine vermehrte Sklerosierung, eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
ShRa-Skl-Ab-Di	Short radius, eine vermehrte Sklerosierung, eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor
Ost-ShRa-Skl-Ab-Di	Osteophytäre Zubildungen, Short radius, eine vermehrte Sklerosierung, eine verminderte Abgrenzbarkeit und eine verminderte Dichte liegen gemeinsam vor

Die genannten Röntgenbefunde werden mit folgenden **Arthroskopie-Bewertungspunkten** verglichen:

1. *FCP* – „Vorliegen einer Koronoiderkrankung/fragmentierten *Processus coronoideus*“:

Dichotomes Merkmal, ob eine Koronoiderkrankung arthroskopisch diagnostiziert werden kann. Der Grad der Veränderungen ist dabei nicht berücksichtigt (Tabelle 41, Kapitel 4.9.3)

2. *Pcm* – „*Processus coronoideus medialis* – Zustand“:

Von „intakt“ bis „frei“ (entspricht freiem, disloziertem Fragment) definierter Befund als Maß für die Stärke der Ausprägung der Erkrankung (nicht des Zustandes des Gelenkes in toto) in geordneter (logischer) Reihenfolge (gesund bis hochgradig verändert). Die Verteilung kann im Detail in Tabelle 39, Kapitel 4.9.2 eingesehen werden.

3. *Schawalder* - *Processus coronoideus medialis* – *Fragment* – *Schawalder*:

Einteilung des Frakturlinienvverlaufes nach Schawalder (1990) in Grad I-IV, wie in Tabelle 41, Kapitel 4.9.2 beschrieben. Die als „kein FCP“ bezeichneten, arthroskopisch unauffälligen Gelenke werden nicht in die Auswertung mit einbezogen, da diese keine Frakturlinie besitzen. Bei Einschluss dieser Gelenke könnten falsch positive Ergebnisse beim später beschriebenen, verallgemeinerten Fisher-Test die Folge sein. Die Grade I-IV stellen eine willkürliche Einteilung dar und sind keine geordnete Reihenfolge, bzw. Abstufung einer Schwere der Erkrankung.

### Verwendete statistische Testverfahren

*Fisher's Exact Test (zweiseitig):*

Der Fisher's Exact Test (oder auch exakter Fisher-Test) ist ein Test auf Unabhängigkeit in Vierfeldertafeln, d.h. die zu widerlegende Nullhypothese ist die Unanhängigkeit der Merkmale. Bei einem  $p \leq 0,05$  liegt bei einer Irrtumswahrscheinlich von  $\leq 5\%$  keine Unabhängigkeit vor.

*Test auf Symmetrie nach McNemar:*

Mit diesem Test kann die Asymmetrie der Abweichung zwischen 2 verbundenen Merkmalen (hier: Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Röntgenmerkmals, bzw. Kombination) bestimmt werden. Bei einem  $p \leq 0,05$  liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor. Die

Richtung, ob bei Vorliegen des Merkmals im Röntgen die Erkrankung arthroskopisch häufiger auftritt oder nicht, ist dem Datenmaterial zu entnehmen. In allen hier vorliegenden Fällen ist bei statistischer Signifikanz die arthroskopische Diagnose einer Koronoiderkrankung bei Vorliegen des Röntgenmerkmals, bzw. gemeinsames Vorliegen mehrerer Röntgenmerkmale häufiger.

*Kappa-Koeffizient:*

Neben inter- und intraobserver/rater-Vergleichen (vgl. Kapitel 4.8 und 4.9) kann der Kappa-Koeffizient auch als Maß für die Übereinstimmung bei Vierfeldertafeln herangezogen werden. Hier wird er für die Bewertung der Korrelation zwischen Auftreten eines Röntgenbefundes, bzw. einer Kombination der Röntgenbefunde mit dem Vorliegen einer Koronoiderkrankung genutzt. Die Einschätzung der Werte erfolgt nach Grouven, et al., 2007.

*Exakter Wilcoxon-Mann-Whitney-Test:*

Der exakte Wilcoxon-Mann-Whitney-Test ist ein auf dem Verteilen von Rängen (also geeignet für die hier vorliegende, ordinale Skala) basierender Test zum Vergleich von Medianen.

Bei einem  $p \leq 0,05$  liegt ein signifikanter Unterschied vor. Die Richtung muss aus dem Datenmaterial über die mittlere Rangzahl entnommen werden. Im konkreten Fall bedeutet dies, dass bei einem  $p \leq 0,05$  bei Vorliegen des Röntgenmerkmals, bzw. der Kombination eine stärkere Ausprägung der Koronoiderkrankung vorliegt. Im Gegensatz zum verallgemeinerten Fisher-Test für 2 X K –Kontingenztafeln ist hier eine natürliche Reihenfolge der Ordinalskala Bedingung.

Bei diesem Test werden nur dann signifikante Ergebnisse erreicht, wenn auch eine Abhängigkeit vorliegt, so dass kein gesonderter Test auf Unabhängigkeit notwendig ist.

*Verallgemeinerter Fisher-Tests für 2 X K –Kontingenztafeln:*

Neben dem bereits beschriebenen „normalen“ zweiseitigen Fisher's Exact Test zur Untersuchung auf Unabhängigkeit bei Vierfeldertafeln muss für den Vergleich zwischen Röntgenmerkmal und Frakturlinienverlauf nach Schawalder der verallgemeinerte Fisher-Test für 2 X K –Kontingenztafeln verwendet werden. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq 0,05$  widerlegt ebenso die Unabhängigkeit. Da die Einteilung der Grade nach Schawalder keine natürliche Reihenfolge darstellt, muss hier im Gegensatz zum Vergleich mit „Zustand des

Processus coronoideus medialis“, bei dem der exakte Wilcoxon-Mann-Whitney-Test verwendet wird, hier dieser Test genutzt werden.

Um Unterschiede zwischen den Auswertern weiterhin zu untersuchen, erfolgt die Auswertung über Kreuz, d.h. Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) wird mit Untersucher-Arthrokopie-erfahren (Untersucher 3), Untersucher-Röntgen-erfahren mit Untersucher-Arthrokopie-erfahren (Untersucher 4), Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 2) mit Untersucher-Arthrokopie-erfahren und Untersucher-Röntgen-erfahren mit Untersucher-Arthrokopie-erfahren verglichen.

Im Folgenden sind vier Tabellen mit den beschriebenen Merkmalen und Untersuchung für jede mögliche Untersucherpaarung angefügt (siehe Tabellen 48-51).



**Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren  
(Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)**

**Tabelle 48:** Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)

Röntgenmerkmal	Vergleich mit FCP			Vergleich mit Pcm	Vergleich mit Schawwalder
	p-Wert exakter Fisher-Test	p-Wert McNemar	Kappa-Koeffizient	p-Wert exakter Wilcoxon-Mann-Whitney-Test	p-Wert verallgemeinerter Fisher-Test 2 x K
Ost	0,073	0,003	0,18	0,075	0,013
ShRa	0,52	<0,0001	0,048	0,012	0,19
Skl	0,18	0,18	0,25	0,045	0,66
Ab	0,031	0,0047	0,29	0,0051	0,37
Di	0,025	0,0082	0,32	0,017	0,44
ALinie	-	-	-	-	-
Fragm	-	-	-	-	-
Ost-ShRa	1,00	<0,0001	0,035	0,0021	0,05
Ost-Skl	0,11	0,0001	0,14	0,035	0,18
Ost-Ab	0,12	<0,0001	0,13	0,010	0,046
Ost-Di	0,13	<0,0001	0,12	0,029	0,27
ShRa-Skl	0,52	<0,0001	0,044	0,0035	0,26
ShRa-Ab	0,52	<0,0001	0,048	0,012	0,19
ShRa-Di	0,52	<0,0001	0,048	0,012	0,19
Skl-Ab	0,055	0,0009	0,22	0,0018	0,99
Skl-Di	0,031	0,0047	0,29	0,0058	0,42
Ab-Di	0,046	0,0016	0,24	0,0056	0,90
Ost-ShRa-Skl	1,00	<0,0001	0,032	0,0004	0,099
Ost-ShRa-Ab	1,00	<0,0001	0,035	0,0021	0,050
Ost-ShRa-Di	1,00	<0,0001	0,035	0,0021	0,050
Ost-Skl-Ab	0,16	<0,0001	0,11	0,0041	0,37
Ost-Skl-Di	0,15	<0,0001	0,11	0,011	0,42
Ost-Ab-Di	0,15	<0,0001	0,11	0,011	0,20
ShRa-Skl-Ab	0,52	<0,0001	0,044	0,0035	0,26
ShRa-Skl-Di	0,52	<0,0001	0,044	0,0035	0,26
ShRa-Ab-Di	0,52	<0,0001	0,048	0,012	0,19
Skl-Ab-Di	0,055	0,0009	0,22	0,0018	0,99
Ost-ShRa-Skl-Ab	1,00	<0,0001	0,032	0,0004	0,099
Ost-ShRa-Skl-Di	1,00	<0,0001	0,032	0,0004	0,099
Ost-Skl-Ab-Di	0,16	<0,0001	0,11	0,0041	0,37
ShRa-Skl-Ab-Di	0,52	<0,0001	0,044	0,0035	0,26
Ost-ShRa-Skl-Ab-Di	1,00	<0,0001	0,032	0,0004	0,099

In Tabelle 48 werden das Auftreten einzelner Röntgenmerkmale oder Kombinationen von Röntgenmerkmalen (vgl. Tabelle 47), beschrieben in Spalte 1, mit dem Auftreten eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP) in Spalten 2-4, sowie der Ausprägung der Erkrankung (Pcm-Spalte 5) und dem Frakturlinienverlauf nach Schawwalder (Spalte 6) verglichen. In Spalte 2 befinden sich die gerundeten

Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) des exakten Testes nach Fisher für den Vergleich des Röntgenmerkmals mit dem Auftreten der Erkrankung (FCP). In Spalte 3 sind die p-Werte des Symmetrietests nach McNemar für den Vergleich Röntgenmerkmal mit FCP, wohingegen in Spalte 4 die Werte des Kappa-Koeffizienten für diesen Vergleich dargestellt sind. Spalte 5 zeigt die p-Werte des exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Testes für den Vergleich zwischen Röntgenmerkmal mit der Ausprägung der Erkrankung. In der letzten Spalte sind die Irrtumswahrscheinlichkeiten des verallgemeinerten Fisher-Tests für 2 x K-Tafeln zwischen Röntgenmerkmal und Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) notiert.

#### Zusammenfassung Tabelle 48:

Beim exakten Fisher-Test können bei den Merkmalen Ab, Di, Skl-Di, Ab-Di mit  $p \leq 0,05$  eine Signifikanz festgestellt und somit eine Unabhängigkeit widerlegt werden. Die Variablen Ost, Skl-Ab, Skl-Ab-Di liegen ebenfalls nahe an einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05. Jedoch gibt es auch Merkmale bei den die Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 0,5 und 1,0 liegt. Hierbei handelt es sich auffallenderweise um Merkmale des Short radius und dessen Kombinationen.

Der Symmetrie-Test nach McNemar zeigt mit Ausnahme des Vorliegens einer Sklerose signifikante Ergebnisse, d.h. bei Vorliegen des Röntgenmerkmals ist die arthroskopische Diagnose einer Koronoiderkrankung wahrscheinlicher.

Beim Kappa-Koeffizienten liegen leichte oder schwache Zusammenhänge (Übereinstimmungen) vor. Auch hier zeigen Kombinationen mit dem Merkmal „Short radius“ schlechtere Übereinstimmungen. Die Merkmale Skl, Ab, Di und deren Kombinationen zeigen die stärksten Zusammenhänge.

Bei der vergleichenden Untersuchung der Röntgenmerkmale mit Processus coronoideus medialis – Zustand mittels des exakten Wilcoxon-Mann-Whitney kann mit Ausnahme des Merkmals „Generelles Vorliegen von osteophytären Zubildungen“, das jedoch nahe am Signifikanzniveau liegt, in allen Fällen ein  $p \leq 0,05$  berechnet werden. Bei Vorliegen des Merkmals liegt also eine stärkere Ausprägung der Erkrankung vor, als bei Nichtvorliegen.

Beim Vergleich mit dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder unter Zuhilfenahme des verallgemeinerten exakten Fisher-Tests für 2xk-Tafeln lässt sich mit Ausnahme der Röntgenmerkmale Ost, Ost-ShRa, Ost-Ab, Ots-ShRa-Abg, Ost-ShRa-Di eine meist deutliche Überschreitung von  $p=0,05$  darstellen. Somit liegt in den meisten Fällen bei Vorliegen des Röntgenmerkmals keine Verschiebung der Verteilung der Frakturlinienverläufe vor.

Für die Merkmale Aufhellungslinie (ALinie) und Fragment (Fragm) lassen sich keine Werte berechnen, da bei diesem Röntgenuntersucher diese Merkmale in keinem Fall gefunden werden. Somit ist eine gesamte Zeile der zweidimensionalen Häufigkeiten mit 0 ausfüllen, was zu mathematischen Problemen, z.B. Nenner = 0 bei Brüchen etc. führt.

**Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren  
(Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)**

**Tabelle 49:** Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)

Röntgenmerkmal	Vergleich mit FCP			Vergleich mit Pcm	Vergleich mit Schawalder
	p-Wert exakter Fisher-Test	p-Wert McNemar	Kappa-Koeffizient	p-Wert exakter Wilcoxon-Mann-Whitney-Test	p-Wert verallgemeinerter Fisher-Test 2 x K
Ost	0,018	0,0039	0,30	0,023	0,88
ShRa	0,14	<0,0001	0,12	0,0025	0,91
Skl	0,062	1,00	0,34	0,0039	0,43
Ab	0,039	0,096	0,32	0,0037	1,00
Di	0,028	0,16	0,35	0,0005	0,81
ALinie	-	-	-	-	-
Fragm	-	-	-	-	-
Ost-ShRa	0,168	<0,0001	0,09	0,0006	0,66
Ost-Skl	0,038	0,0008	0,24	0,0032	0,31
Ost-Ab	0,047	0,0005	0,22	0,0014	0,99
Ost-Di	0,057	0,0003	0,20	0,0007	0,99
ShRa-Skl	0,15	<0,0001	0,11	0,0008	0,99
ShRa-Ab	0,14	<0,0001	0,12	0,0025	0,91
ShRa-Di	0,14	<0,0001	0,12	0,0025	0,91
Skl-Ab	0,084	0,021	0,23	0,0004	0,65
Skl-Di	0,039	0,096	0,32	0,0002	1,00
Ab-Di	0,067	0,035	0,26	0,0008	0,75
Ost-ShRa-Skl	0,31	<0,0001	0,082	0,0002	0,65
Ost-ShRa-Ab	0,17	<0,0001	0,09	0,0006	0,66
Ost-ShRa-Di	0,17	<0,0001	0,09	0,0006	0,66
Ost-Skl-Ab	0,15	<0,0001	0,17	0,0001	0,91
Ost-Skl-Di	0,069	0,0002	0,19	0,0003	0,12
Ost-Ab-Di	0,069	0,0002	0,19	0,0003	0,99
ShRa-Skl-Ab	0,15	<0,0001	0,11	0,0008	0,99
ShRa-Skl-Di	0,15	<0,0001	0,11	0,0008	0,99
ShRa-Ab-Di	0,14	<0,0001	0,12	0,0025	0,91
Skl-Ab-Di	0,084	0,021	0,23	0,0004	0,65
Ost-ShRa-Skl-Ab	0,31	<0,0001	0,082	0,0002	0,65
Ost-ShRa-Skl-Di	0,31	<0,0001	0,082	0,0002	0,65
Ost-Skl-Ab-Di	0,15	0,0001	0,17	0,0001	0,91
ShRa-Skl-Ab-Di	0,15	<0,0001	0,11	0,0008	0,99
Ost-ShRa-Skl-Ab-Di	0,31	<0,0001	0,082	0,0002	0,65

In Tabelle 49 werden das Auftreten einzelner Röntgenmerkmale oder Kombinationen von Röntgenmerkmalen (vgl. Tabelle 47), beschrieben in Spalte 1, mit dem Auftreten eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP) in Spalten 2-4, sowie der Ausprägung der Erkrankung (Pcm-Spalte 5) und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder (Spalte 6) verglichen. In Spalte 2 befinden sich die gerundeten

Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) des exakten Testes nach Fisher für den Vergleich des Röntgenmerkmals mit dem Auftreten der Erkrankung (FCP). In Spalte 3 sind die p-Werte des Symmetrietests nach McNemar für den Vergleich Röntgenmerkmal mit FCP, wohingegen in Spalte 4 die Werte des Kappa-Koeffizienten für diesen Vergleich dargestellt sind. Spalte 5 zeigt die p-Werte des exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Testes für den Vergleich zwischen Röntgenmerkmal mit der Ausprägung der Erkrankung. In der letzten Spalte sind die Irrtumswahrscheinlichkeiten des verallgemeinerten Fisher-Tests für 2 x K-Tafeln zwischen Röntgenmerkmal und Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) notiert.

#### Zusammenfassung Tabelle 49:

Der exakte Test von Fisher liefert ähnliche Befunde wie in Tabelle 48. Eine signifikante Abhängigkeit liegt bei Ost, Ab, Di, Ost-Skl, Ost-Ab, Skl-Di vor. Die Variablen Skl, Ost-Di, Skl-Ab, Ab-Di, Ost-Skl-Di, Ost-Ab-Di liegen nahe am Signifikanzniveau. Die schlechtesten Werte (bis 0,31) liegen ähnlich der vorgenannten Tabelle bei radiologischem Vorliegen eines Short radius und dessen Kombinationen vor.

Für den Test nach McNemar liegen, mit Ausnahme von Skl, Ab, Di, Skl-Di, signifikante Irrtumswahrscheinlichkeiten und somit eine Asymmetrie vor. Bei Diagnose des Röntgenmerkmals ist die Erkrankung wahrscheinlicher.

Die Werte des Kappa-Koeffizienten sind in einem Bereich von schlechter bis leichter Übereinstimmung. Die Variablen Ost, Skl, Ab, Di, Ost-Skl, Ost-Ab, Ost-Di, Skl-Abg, Skl-Di, Ab-Di zeigen mit Werten  $>0,2$  die beste Übereinstimmung. Die Tendenzen sind ebenfalls mit Tabelle 48 vergleichbar.

Beim exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Test zeigt sich in allen Fällen eine signifikant stärkere Krankungsausprägung bei Vorliegen des Röntgenmerkmals.

Im Vergleich mit dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder mittels des verallgemeinerten Fisher-Tests können keine Signifikanzen erreicht werden. Es liegt also im keinem Fall eine Verschiebung der Verteilung vor.

Für die Röntgenmerkmale ALinie und Fragm gilt gleiches wie bei Tabelle 48.

Abschließend ist zu sagen, dass die Tabellen 48 und 49 vergleichbare Werte liefern.

**Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-unerfahren  
(Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)**

**Tabelle 50:** Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)

Röntgenmerkmal	Vergleich mit FCP			Vergleich mit Pcm	Vergleich mit Schawalder
	p-Wert exakter Fisher-Test	p-Wert McNemar	Kappa-Koeffizient	p-Wert exakter Wilcoxon-Mann-Whitney-Test	p-Wert verallgemeinerter Fisher-Test 2 x K
Ost	1,00	0,56	-0,025	1,00	0,19
ShRa	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Skl	1,00	1,00	-0,038	0,85	0,034
Ab	1,00	0,65	-0,047	0,70	0,42
Di	0,28	0,034	0,15	0,16	0,58
ALinie	1,00	<0,0001	0,017	0,014	0,051
Fragm	1,00	<0,0001	0,013	0,040	0,33
Ost-ShRa	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-Skl	1,00	0,65	-0,047	0,81	0,0054
Ost-Ab	1,00	0,41	-0,052	0,75	0,17
Ost-Di	0,31	0,020	0,13	0,17	0,21
ShRa-Skl	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
ShRa-Ab	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
ShRa-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Skl-Ab	1,00	0,26	-0,056	0,80	0,047
Skl-Di	0,31	0,020	0,13	0,17	0,21
Ab-Di	0,37	0,0067	0,097	0,39	0,59
Ost-ShRa-Skl	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-ShRa-Ab	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-ShRa-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-Skl-Ab	1,00	0,16	-0,059	0,87	0,0087
Ost-Skl-Di	0,34	0,011	0,11	0,18	0,077
Ost-Ab-Di	0,40	0,0039	0,085	0,37	0,35
ShRa-Skl-Ab	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
ShRa-Skl-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
ShRa-Ab-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Skl-Ab-Di	0,40	0,0039	0,085	0,37	0,35
Ost-ShRa-Skl-Ab	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-ShRa-Skl-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-Skl-Ab-Di	0,43	0,0023	0,074	0,32	0,099
ShRa-Skl-Ab-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84
Ost-ShRa-Skl-Ab-Di	1,00	<0,0001	0,008	0,15	0,84

In Tabelle 50 werden das Auftreten einzelner Röntgenmerkmale oder Kombinationen von Röntgenmerkmalen (vgl. Tabelle 47), beschrieben in Spalte 1, mit dem Auftreten eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP) in Spalten 2-4, sowie der Ausprägung der Erkrankung (Pcm-Spalte 5) und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder (Spalte 6) verglichen. In Spalte 2 befinden sich die gerundeten

Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) für den exakten Test nach Fisher für den Vergleich des Röntgenmerkmals mit dem Auftreten der Erkrankung (FCP). In Spalte 3 sind die p-Werte des Symmetrietestes nach McNemar für den Vergleich Röntgenmerkmal mit FCP, wohingegen in Spalte 4 die Werte des Kappa-Koeffizienten für diesen Vergleich dargestellt sind. Spalte 5 zeigt die p-Werte des exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Testes für den Vergleich zwischen Röntgenmerkmal mit der Ausprägung der Erkrankung. In der letzten Spalte sind die Irrtumswahrscheinlichkeiten des verallgemeinerten Fisher-Tests für 2 x K-Tafeln zwischen Röntgenmerkmal und Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) notiert.

#### Zusammenfassung Tabelle 50:

Wie bereits nach den Ergebnissen der bereits beschriebenen Interobserver-Vergleiche der Röntgenuntersuchung zu erwarten, liegen deutliche Unterschiede auch im Vergleich mit der Arthroskopie zwischen den Röntgenuntersuchern vor.

Der exakte Fisher-Test liefert in keinem Fall ein signifikantes Ergebnis, d.h. eine Unabhängigkeit konnte nicht widerlegt werden.

Die Interpretation der signifikanten Werte des McNemar-Testes bei vorliegender Unabhängigkeit muss diskutiert werden. Bei vielen der statistisch nicht signifikanten Werte handelt es sich um Kombinationen mit einer vermehrten Sklerosierung. Die signifikantesten Werte werden beim Merkmal Short radius und dessen Kombinationen errechnet.

Der Kappa-Koeffizient zeigt mit wenigen Ausnahmen im Bereich von 0,1 (Di, Ost-Di, skl-di, ab-di, Ost-Skl-Di) Werte um 0, d.h. es liegt eine schwache Assoziation der Merkmale im Zufallsbereich vor.

Für den Vergleich zwischen Röntgenmerkmal und Grad der arthroskopischen Erkrankungsausprägung (Pcm) kann im exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Test kein signifikanter, stärkerer Erkrankungsgrad bei vorliegender Röntgenveränderung dargestellt werden. Ausnahme bilden die Variablen Aufhellungslinie und Vorliegen eines Fragmentes, deren korrekte Diagnose später diskutiert werden muss.

Im Vergleich der Frakturlinienverläufe nach Schawalder können mit wenigen, zu diskutierenden Ausnahmen keine Verteilungsunterschiede festgestellt werden.

**Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-unerfahren  
(Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)**

**Tabelle 51:** Statistische Auswertungen des Vergleichs Untersucher Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)

Röntgenmerkmal	Vergleich mit FCP			Vergleich mit Pcm	Vergleich mit Schawalder
	p-Wert exakter Fisher-Test	p-Wert McNemar	Kappa-Koeffizient	p-Wert exakter Wilcoxon-Mann-Whitney-Test	p-Wert verallgemeinerter Fisher-Test 2 x K
Ost	1.00	0.10	-0.032	1.00	0.082
ShRa	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Skl	1.00	0.26	-0.056	0.81	0.16
Ab	1.00	0.48	-0.075	0.63	0.66
Di	0.57	0.37	0.045	0.15	0.10
ALinie	1.00	<0.0001	-0.004	0.40	0.14
Fragm	0.57	<0.0001	-0.012	0.20	0.047
Ost-ShRa	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-Skl	1.00	0.48	-0.075	0.83	0.015
Ost-Ab	1.00	0.74	-0.090	0.64	0.19
Ost-Di	1.00	0.25	0.027	0.18	0.0097
ShRa-Skl	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
ShRa-Ab	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
ShRa-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Skl-Ab	1.00	1.00	-0.11	0.65	0.45
Skl-Di	1.00	0.25	0.027	0.18	0.086
Ab-Di	1.00	0.11	-0.003	0.30	0.34
Ost-ShRa-Skl	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-ShRa-Ab	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-ShRa-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-Skl-Ab	1.00	0.76	-0.11	0.66	0.11
Ost-Skl-Di	1.00	0.17	0.011	0.20	0.015
Ost-Ab-Di	1.00	0.071	-0.015	0.34	0.057
ShRa-Skl-Ab	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
ShRa-Skl-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
ShRa-Ab-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Skl-Ab-Di	1.00	0.071	-0.015	0.34	0.34
Ost-ShRa-Skl-Ab	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-ShRa-Skl-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-Skl-Ab-Di	1.00	0.046	-0.026	0.37	0.070
ShRa-Skl-Ab-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00
Ost-ShRa-Skl-Ab-Di	1.00	<0.0001	0.021	0.077	1.00

In Tabelle 51 werden das Auftreten einzelner Röntgenmerkmale oder Kombinationen von Röntgenmerkmalen (vgl. Tabelle 47), beschrieben in Spalte 1, mit dem Auftreten eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP) in Spalten 2-4, sowie der Ausprägung der Erkrankung (Pcm-Spalte 5) und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder (Spalte 6) verglichen. In Spalte 2 befinden sich die gerundeten

Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) für den exakten Test nach Fisher für den Vergleich des Röntgenmerkmals mit dem Auftreten der Erkrankung (FCP). In Spalte 3 sind die p-Werte des Symmetrietests nach McNemar für den Vergleich Röntgenmerkmal mit FCP, wohingegen in Spalte 4 die Werte des Kappa-Koeffizienten für diesen Vergleich dargestellt sind. Spalte 5 zeigt die p-Werte des exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Testes für den Vergleich zwischen Röntgenmerkmal mit der Ausprägung der Erkrankung. In der letzten Spalte sind die Irrtumswahrscheinlichkeiten des verallgemeinerten Fisher-Tests für 2 x K-Tafeln zwischen Röntgenmerkmal und Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) notiert.

Zusammenfassung Tabelle 51:

Die zu ziehenden mathematischen Schlussfolgerungen decken sich mit denen der Tabelle 50.

Eine Unabhängigkeit kann nicht signifikant widerlegt werden.

Signifikante Asymmetrien beim McNemar-Test sind in den Fällen nachzuweisen, in denen ein Short radius oder diesen Befund enthaltene Kombinationen vorliegen.

Der Kappa-Koeffizient liegt wie in Tabelle 50 im Bereich von 0. Teilweise liegen sogar Werte unter -0,1 vor. Werte unter 0 implizieren theoretisch eine schlechtere Übereinstimmung als zufällig zu erwarten wäre (Grouven et al., 2007).

Beim exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Test kann keine signifikante Verschiebung der Erkrankungsausprägung gezeigt werden.

Für den verallgemeinerten exakten Test nach Fisher gilt das gleiche, wie in Tabelle 50.



#### 4.4.2 Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman

Mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman können Zusammenhänge zwischen ordinalverteilten Skalen (wie hier vorliegend) dargestellt werden. Wie aus dem Namen ersichtlich, wird dazu die Ermittlung von Rangzahlen genutzt.

Der Rangkorrelationskoeffizient kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen, wobei ein Rangkorrelationskoeffizient von 1 bedeutet, dass alle Wertepaare auf einer monoton steigenden Funktion liegen, bei einem Wert von -1 ist die Funktion monoton fallend.

Bei der Bewertung der Zahlenwerte werden die Beträge der bereits genannten Richtwerte des Kappa-Koeffizienten genutzt (Grouven et al., 2007).

Die im Folgenden untersuchten Merkmale, sowie deren Abstufungen und Verteilungen können in den vorhergehenden Kapiteln 4.8.2 (Osteophytenscore), 4.8.7 (ED-Score), 4.8.8 (Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale), 4.9.1 (Synovialitis), 4.9.2 (Pcm-Zustand, Pcm-Fragment-Schawalder), 4.9.7 (Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen) und 4.9.8 (Arthrotische Veränderungen) eingesehen werden.

Die Vergleich des Osteophytenscores mit Processus coronoideus medialis-Zustand, bzw. Processus coronoideus medialis-Fragment-Schawalder wird nicht durchgeführt, da der Osteophytenscore ein nicht spezifisches Merkmal für Arthrosen im Allgemeinen darstellt. Ein Vergleich mit einer konkreten Erkrankung könnte falsche Korrelationen vortäuschen, weil auch andere Erkrankungen (vgl. Kapitel 2.3.6 Differentialdiagnosen) zur arthrotischen Veränderungen führen können. Daher wird der Osteophytenscore nur mit den arthroskopischen Merkmalen der allgemeinen Arthrose (Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen, Arthrotische Veränderungen, Synovialzotten-Synovialitis) verglichen.

Im Gegensatz dazu wird die Variable „Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale“ nicht mit den arthroskopischen Merkmalen der allgemeinen Arthrose verglichen, da hier unter anderem für die Erkrankung spezifische Merkmale (Sklerose, verminderte Abgrenzbarkeit, verminderte Dichte) eingehen. Somit ist ein Vergleich mit den Arthroskopiepunkten Pcm-Zustand und Pcm-Fragment-Schawalder von Interesse. Da in den ED-Score sowohl Anzeichen allgemeiner Arthrose, als auch für die Koronoiderkrankung spezifische Bewertungen einfließen, wird dieser mit allen 5 arthroskopischen Variablen verglichen.

In den folgenden Tabellen (52-55) sind die arthroskopischen Untersuchungspunkte waagerecht, die Röntgenvariablen senkrecht angeordnet. Wie im vorhergehenden Kapitel erfolgt die Auswertung über Kreuz, d.h. getrennt für jede mögliche Untersucher-Kombination.

**Tabelle 52:** Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)

	Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen	Arthrotische Veränderungen	Synovialzotten – Synovialitis	Processus coronoideus medialis – Zustand	Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder
<b>Osteophytäre Zubildungen - Osteophytenscore</b>	0.57	0.022	0.16	-	-
<b>ED-Score</b>	0.53	0.061	0.25	0.52	-0.082
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	-	-	-	0.49	-0.080

In Tabelle 52 sind die Werte des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman für den Vergleich der ordinalen Röntgenmerkmale „Osteophytäre Zubildung – Osteophytenscore“, „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit den Arthroskopiemerkmalen „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“, „Arthrotische Veränderungen“, „Synovialzotten – Synovialitis“, „Processus coronoideus medialis – Zustand“ und „Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder“ dargestellt.

**Tabelle 53:** Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)

	Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen	Arthrotische Veränderungen	Synovialzotten – Synovialitis	Processus coronoideus medialis – Zustand	Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder
<b>Osteophytäre Zubildungen - Osteophytenscore</b>	0.58	0.56	0.33	-	-
<b>ED-Score</b>	0.51	0.34	0.52	0.61	0.22
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	-	-	-	0.60	0.24

In Tabelle 53 sind die Werte des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman für den Vergleich der ordinalen Röntgenmerkmale „Osteophytäre Zubildung – Osteophytenscore“, „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit den Arthroskopiemerkmalen „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“, „Arthrotische Veränderungen“, „Synovialzotten – Synovialitis“, „Processus coronoideus medialis – Zustand“ und „Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder“ dargestellt.

**Tabelle 54:** Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)

	Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen	Arthrotische Veränderungen	Synovialzotten – Synovialitis	Processus coronoideus medialis – Zustand	Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder
<b>Osteophytäre Zubildungen - Osteophytenscore</b>	0.35	-0.0037	-0.14	-	-
<b>ED-Score</b>	0.45	-0.064	-0.073	0.26	-0.30
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	-	-	-	0.20	-0.17

In Tabelle 54 sind die Werte des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman für den Vergleich der ordinalen Röntgenmerkmale „Osteophytäre Zubildung – Osteophytenscore“, „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit den Arthroskopiemerkmalen „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“, „Arthrotische Veränderungen“, „Synovialzotten – Synovialitis“, „Processus coronoideus medialis – Zustand“ und „Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder“ dargestellt.

**Tabelle 55:** Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Vergleich Untersucher-Röntgen-  
unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)

	Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen	Arthrotische Veränderungen	Synovialzotten – Synovialitis	Processus coronoideus medialis – Zustand	Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder
<b>Osteophytäre Zubildungen - Osteophytenscore</b>	0.37	0.31	0.032	-	-
<b>ED-Score</b>	0.44	0.30	0.070	0.15	-0.068
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	-	-	-	0.21	-0.18

In Tabelle 55 sind die Werte des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman für den Vergleich der ordinalen Röntgenmerkmale „Osteophytäre Zubildung – Osteophytenscore“, „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit den Arthroskopiemerkmalen „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“, „Arthrotische Veränderungen“, „Synovialzotten – Synovialitis“, „Processus coronoideus medialis – Zustand“ und „Processus coronoideus medialis – Fragment – Schawalder“ dargestellt.

#### Zusammenfassung Tabellen 52-55:

Im Vergleich Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen mit Osteophytenscore und ED-Score kann bei allen Untersucherkombination eine leichte bis mittlere Korrelation festgestellt werden. Die Werte des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman liegen zwischen 0,35 und 0,58.

Bei der Gegenüberstellung von Osteophytenscore und ED-Score mit den *arthrotischen Veränderungen* in der Gelenkspiegelung zeigt sich ein inhomogenes Bild. In der Untersucherpaarung Röntgen-erfahren (U1) mit Arthroskopie unerfahren (U4) kann eine mittlere Übereinstimmung zwischen Osteophytenscore und Arthrosen festgestellt werden, eine leichte Übereinstimmung bei ED-Score und Arthrosen. Bei der Paarung U2 mit U4 ist die Korrelation ebenfalls als leicht sowohl für Osteophyten, als auch für den ED-Score zu bezeichnen. Die verbleibenden Kombinationsmöglichkeiten zeigen hingegen nur eine schwache um 0 liegende Korrelation.

Der Punkt Synovialitis bringt ähnlich schwankende Ergebnisse. Der Rangkorrelationskoeffizient schwankt zwischen -0,14 und 0,52, d.h. zwischen schwachem

und mittlerem Zusammenhang. Die Ergebnisse der Untersucherkombinationen mit dem erfahrenen Röntgenuntersucher (U1) liegen höher als die mit U2.

Die Beurteilung des arthroskopischen Zustandes des Processus coronoideus medialis im Vergleich zu ED-Score und Anzahl der Röntgenmerkmale zeigt für die Untersucherkombinationen U1xU3 und U1xU4 eine gute bis mittelgradige Korrelation. Der Zusammenhang zwischen Untersucher zwei und der Arthroskopie ist nur schwach bis leicht. Im Vergleich zu den übrigen Werten von Untersucher 2 sind diese höher als bei den meisten anderen Merkmalskombinationen.

Der Vergleich zwischen den Röntgenbefunden und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder zeigt eine starke Streuung zwischen -0,30 und 0,24, was anzeigt, dass es sich im einen Fall um eine monoton fallende, im anderen Fall um eine monoton steigende Funktion handeln müsste, die den Zusammenhang beschreibt. Drei der acht Werte liegen ferner nahe bei 0. Ein mathematischer Zusammenhang kann nicht nachgewiesen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Vergleich von Röntgenuntersucher 1 mit beiden Arthroskopieauswertern eine mittlere Korrelation für die folgende Vergleiche vorliegt: Osteophytenscore mit Anzahl Stellen mit Knorpelerosionen; ED-Score mit Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen, ED-Score mit Zustand des Processus coronoideus medialis ulnae; Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale mit Zustand des Processus coronoideus medialis ulnae. Die anderen Vergleiche zeigen keine nachvollziehbaren, deutlichen Korrelationen.

Die Werte in den Vergleichen mit Röntgenuntersucher 2 schwanken deutlich.

#### 4.4.3 Logistische Regression

Mit der Logistischen Regression lässt sich ein nicht-linearer (logistischer) Zusammenhang zwischen einer dichotomen, abhängigen und (mindestens) einer unabhängigen Variable darstellen. Im Zwei-Variablen-Fall kann der Zusammenhang als zweidimensionale Graphik dargestellt werden. Ziel dieser Untersuchung ist, wenn möglich, die Aussage treffen zu können, bei welcher Anzahl von Röntgenmerkmalen, bzw. bei welchem ED-Score eine Koronoiderkrankung in der Arthroskopie mit welcher Wahrscheinlichkeit vorliegt.

Die zu vergleichenden Merkmale sind in den Kapitel 4.8.7, 4.8.8 und 4.9.3 beschrieben.

In den folgenden Tabellen 56-59 sind die arthroskopischen Untersuchungspunkte waagrecht, die Röntgenvariablen senkrecht angeordnet. Wie im vorhergehenden Kapitel erfolgt die Auswertung über Kreuz, d.h. getrennt für jede mögliche Untersucher-Kombination.

**Tabelle 56:** Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)

	<b>FCP</b>
<b>ED-Score</b>	0.1189
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	0.2428

Tabelle 56 zeigt die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) der logistischen Regression für die Vergleiche der Röntgenbefunde „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit dem Arthroskopiemerkmale des „Vorliegens eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP)“.

**Tabelle 57:** Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher-Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-erfahren (Untersucher 3)

	<b>FCP</b>
<b>ED-Score</b>	0.2779
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	0.5884

Tabelle 57 zeigt die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) der logistischen Regression für die Vergleiche der Röntgenbefunde „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit dem Arthroskopiemerkmale des „Vorliegens eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP)“.

**Tabelle 58:** Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher-Röntgen-erfahren (Untersucher 1) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)

	<b>FCP</b>
<b>ED-Score</b>	0.3239
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	0.6735

Tabelle 58 zeigt die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) der logistischen Regression für die Vergleiche der Röntgenbefunde „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit dem Arthroskopiemerkmal des „Vorliegens eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP)“.

**Tabelle 59:** Irrtumswahrscheinlichkeiten der Logistischen Regression Vergleich Untersucher-Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) mit Untersucher Arthroskopie-unerfahren (U 4)

	<b>FCP</b>
<b>ED-Score</b>	0.4799
<b>Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale</b>	0.9614

Tabelle 59 zeigt die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) der logistischen Regression für die Vergleiche der Röntgenbefunde „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ mit dem Arthroskopiemerkmal des „Vorliegens eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung (FCP)“.

#### Zusammenfassung der Tabellen 56-59:

In keinem Fall kann ein statistisch nachweisbarer Zusammenhang belegt werden. Eine graphische Darstellung ist daher nicht möglich.

Rückschlüsse von der Höhe des ED-Scores, bzw. der Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale auf die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae sind nicht möglich.

## **5. Diskussion**

### **5.1 Allgemeine Daten**

#### **5.1.1 Rassenverteilung**

(vgl. Kapitel 4.1.1 und 4.1.4)

Die in dieser Untersuchung häufig vorkommenden Rassen entsprechen den Rassen, die auch in anderen Untersuchungen am häufigsten an einem fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae erkrankt sind (Grondalen, 1979b; Grondalen, 1982; Guthrie, 1989; Lewis et al., 1989; Bardet, 1997; Meyer-Lindenberg et al. 1993; Meyer-Lindenberg et al., 2002; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Draffan et al., 2009; Fitzpatrick et al., 2009a). Es handelt sich vor allem um Tiere großer und mittelgroßer Rassen. Es wird kein Vergleich zum allgemeinen Patientengut der Klinik durchgeführt. Daher ist eine Aussage über etwaige Überrepräsentationen von Rassen bei der Koronoiderkrankung nicht möglich.

Das in dieser Studie vorliegende mittlere Gewicht von 36,0 kg Körpermasse und ein Minimalgewicht von 19,5 kg Körpermasse zeigen, dass vor allem große und mittelgroße Rassen, sowie deren Mischlinge, wie in der obengenannten Literatur beschrieben, erkranken.

#### **5.1.2 Altersverteilung**

Da die Entstehung der Erkrankung, sowie das Auftreten erster Symptome meist im 4.-12. Lebensmonat liegt (Groendalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Denny, 1980; Fox et al., 1983; Probst, 1988; Read et al., 1990; Studdert et al., 1991; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1997; Meyer-Lindenberg et al., 2003), werden die Tiere auch in entsprechend jungem Alter in unserer Klinik vorgestellt. Trotz der starken Altersschwankungen zwischen 7 und 110 Monaten zeigt der Median von 23 Monaten und das untere Quartil von 12 Monaten, dass vor allem jüngere Tiere das Patientengut dieser Studie repräsentieren. 11 von 34 Tieren (32,4%) sind 12 Monate und jünger, 17 (50%) unter zwei Jahre. Bei Meyer-Lindenberg et al. (1993) sind 53,5% der Hunde bei Erstvorstellung unter einem Jahr. Eine Erklärung dafür, dass das Alter meist über den obengenannten 4-12 Monaten liegt, ist der Zeitpunkt der arthroskopischen Untersuchung in unserer Klinik, der durch haustierärztliche Vorbehandlungen, Voruntersuchungen, Terminvergabe durch die Klinik o.ä. nach hinten geschoben werden kann. Maßgeblich ist bei den vorliegenden Berechnungen der Zeitpunkt der Arthroskopie, nicht das erstmalige Auftreten der Lahmheit, die Erstvorstellung bei Haustierarzt bzw. Klinik oder die Diagnosestellung einer Koronoiderkrankung.



Das teilweise erst späte Auftreten von Lahmheiten und anderen klinischen Symptomen ist durch das Fortschreiten der degenerativen, arthrotischen Veränderungen im Ellbogengelenk zu erklären. Klinische Symptome werden erst dann durch den Besitzer bemerkt oder treten erstmalig auf. Durch Tierärzte nicht diagnostizierte Koronoiderkrankungen oder lange Zeit vorbehandelte Hunde werden ebenfalls erst mit höherem Lebensalter vorgestellt. Eine Aussage über eine zweizipflige Altersverteilung (häufiges Auftreten erster Symptome mit 5,9 Monaten oder 4,5 Jahren), wie durch Meij et al. (1996) beschrieben, ist mit der in dieser Studie vorliegenden Fallzahl nicht zu treffen.

#### 5.1.3 Geschlechterverteilung

Auch wenn das hier vorliegende Geschlechterverhältnis männlich zu weiblich mit 1,125:1 von dem meist in der Literatur angegebenen Verhältnis von 2:1 abweicht (Groendalen, 1979b; Berzon & Quick, 1980; Groendalen & Groendalen, 1981; Read et al., 1990; Carpenter, 1993; Schleich, 1997; Lang et al., 1998; Morgan et al., 2000; Körbel et al., 2001; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Schulz & Krotscheck, 2003; Salg et al., 2006), so zeigt doch der Binomialtest bei einer Anzahl von 34 Tieren mit einem p-Wert von 0,13 (angenommene Irrtumswahrscheinlichkeit 0,05), dass die vorliegende Abweichung im Zufallsstreubereich liegt. Das Geschlechterverhältnis liegt somit im Rahmen des, in der Regel beschriebenen, Verhältnisses von 2:1.

#### 5.1.4 Seitenverteilung

Ebenso wie in der Literatur (Guthrie, 1989; Read et al., 1990; Fitzpatrick et al., 2009) zeigt sich auch in der vorliegenden Arbeit keine Seitenbetonung bei der Koronoiderkrankung. 26 linke und 28 rechte Ellbogengelenke werden radiologisch und arthroskopisch untersucht.

#### 5.1.5 beidseitiges Auftreten

76,5% der untersuchten Hunde erkrankten beidseitig an einem fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae. Das deckt sich mit der in der Literatur angegebenen 25% bis 90% (Berzon & Quick, 1980; Denny & Gibbs, 1980; Wind & Packard, 1986; Guthrie, 1989; Lewis et al., 1989; Read et al., 1990; Carpenter et al., 1993; Meyer-Lindenberg et al., 1993; Read, 1993; Schleich, 1997; Schulz & Krotscheck, 2003; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Fitzpatrick et al., 2009). Anzumerken ist, dass nicht immer beide Ellbogen der erkrankten Tiere in der

Untersuchung berücksichtigt werden, da ein z.B. ein Gelenk bereits voroperiert ist oder nicht die gesamte Dokumentation des Falles zur Auswertung vorliegt.

#### 5.1.6 Iatrogene Läsionen

Geringgradige iatrogene Knorpelschäden, wie in Kapitel 4.7 beschrieben, werden auch in der Literatur in Zusammenhang mit der Arthroskopie gesehen (Van Ryssen et al., 1993; Bardet, 1997a; Janthur et al., 2000; Capaldo et al., 2005). Die Läsionen entstehen vor allem durch die Punktionskanülen, durch Einführen oder Manipulation mit Optik- und Instrumentenkanälen (Janthur et al., 2000). Die Häufigkeiten der Läsionen dieser Studie (20/54 Gelenke, 37%) und der Veröffentlichung von Janthur et al. (2000) (68/200 Gelenke, 34 %) sind vergleichbar. Eine klinische Relevanz der gesetzten Schäden ist fraglich. Ferner ist anzumerken, dass es bei der durchgeführten Videoanalyse nicht möglich ist, Aussagen über andere iatrogene Schäden (Blutungen, extraartikuläre Flüssigkeitsansammlungen usw.) zu treffen.

### **5.2 Röntgenbefunde**

#### Material und Methode:

In dieser Studie schwankt der Abstand zwischen Erstellung der Röntgenaufnahmen und der arthroskopischen Gelenkuntersuchung von 0 (Röntgen am Tag der Arthroskopie unmittelbar prae OP in Narkose) bis 40 Tagen. Ein größerer Abstand als 60 Tage wird für die vorliegende Arbeit nicht toleriert und führt zum Ausschluss der Fälle. Dennoch ist ein Fortschreiten der sekundären Veränderungen (insbesondere Arthrosen) zwischen Röntgentermin und Operation anzunehmen. Daher könnten die Röntgenzeichen am Tag der Arthroskopie deutlicher sein, als in dieser Studie erfasst. Die klinische Relevanz ist jedoch fraglich. Moores und Mitarbeiter (2008) geben den maximalen Abstand zwischen CT-Untersuchung und Arthroskopie mit 7 Tagen an.

Die Frage, ob Aufnahmen zur radiologischen Untersuchung der Ellbogen in Sedation/Narkose erfolgen müssen, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einige Autoren führen die Röntgenuntersuchung bei den veröffentlichten Untersuchungen in Sedation/Narkose (Robins, 1980; Bennett, 1981; Henry, 1984; Lewis et al., 1989; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; van Bree & Van Ryssen, 1995; Remy et al. 2004, Fitzpatrick et al., 2009a) durch. Der Verband für das Deutsche Hundewesen fordert in seiner Zucht-Ordnung jedoch keine Sedation bei der Untersuchung auf Elbogendysplasie (Verband für das Deutsche Hundewesen, 2009). In der

Klinik für Kleintiere erfolgt die Untersuchung in der Regel im wachen Zustand, was im klinischen Alltag des praktizierenden Tierarztes ebenfalls häufig der Fall sein wird.

#### 5.2.1 Lagerung des Patienten für die Röntgenuntersuchung

Verschiedene Projektionen werden in der Literatur diskutiert, angewandt und gefordert. Die am häufigsten beschriebenen Lagerungen sind mediolateral gebeugt, mediolateral gestreckt, streng anterioposterior, sowie eine craniocaudale Schrägaufnahme (craniolateral-caudomedial-oblique = crlcmo) mit 15° Rotation (Olsson, 1982; van Bree & Van Ryssen, 1995; Remy et al., 2004; Cook & Cook, 2009). Voorhout und Hazewinkel (1987) nutzen sogar 6 Projektionen zur röntgenologischen Untersuchung des Ellbogengelenkes. In der Praxis ist es jedoch oftmals schwierig, dem Besitzer die Notwendigkeit von mehr als zwei Ebenen/Projektionen zu erläutern. Aus diesem Grund und zur besseren Standardisierung wird sich in dieser Studie auf die mediolateral gestreckte Aufnahme, sowie eine craniocaudale Projektion beschränkt, auch wenn dadurch ggf. die Sensitivität der Radiologie geringer ausfallen könnte. Die craniocaudale Aufnahme wird auf Rotation untersucht. Eine Pronation führt zu einer besseren Sichtbarkeit der medialen Gelenkanteile incl. Processus coronoideus medialis ulnae. Laut Wosar et al. (1999) hat die craniolateral-caudomedial-oblique Lagerung mit 15° Rotation die höchste Sensitivität für das Erkennen eines Fragmentes. Doch auch in den anderen Rotationen der craniocaudalen Aufnahme können die medialen Gelenkanteile in der Regel ausreichend beurteilt werden.

Die Entscheidung, die mediolateral gestreckte Aufnahme für die Auswertung zu nutzen, ist darin begründet, dass in dieser die typischen Röntgenzeichen einer Koronoiderkrankung am besten gesehen werden können. Osteophyten, Kongruenz des Gelenkes, Sklerosierungen, verminderte Dichte und Abgrenzbarkeit des Koronoids können beurteilt werden (Mason et al., 1980; Hornof et al., 2000; Fitzpatrick et al., 2009).

Die mediolateral gebeugte Aufnahme bietet vor allem Vorteile für die Erkennung von osteophytären Zubildungen auf dem Processus anconaeus, sowie zur Diagnose eines isolierten Processus anconaeus. Eine Gelenkinkongruenz ist auf diesen Aufnahmen nicht beurteilbar (Robins, 1980; Hornof et al., 2000).

Für eine korrekte Beurteilung des Ellbogengelenkes, insbesondere bei Verdacht einer Koronoiderkrankung, ist ein genaues Wissen über die exakte Lagerung des Patienten bei der Röntgenuntersuchung wichtig. Pronation, Supination und Flexionswinkel müssen auf dem Röntgenbild richtig eingeschätzt werden, um Aussagen treffen zu können. Die Ergebnisse der

Interobserver-Untersuchungen bei der Beurteilung der Lagerung zeigen für die Rotation der mediolateralen Aufnahme eine leichte Übereinstimmung. Für den Beugegrad der mediolaterale Aufnahme, sowie für die Rotation der anterioposterioren Aufnahme kann sogar nur eine schwache Übereinstimmung nahe dem Zufälligen berechnet werden.

Gründe dafür können als erstes in der Methode bedingt sein. Hier ist zum einen die Qualität der Röntgenaufnahmen entscheidend. Jedoch werden alle vorgelegten Röntgenaufnahmen von beiden Auswertern als qualitativ gut und auswertbar beurteilt. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob die Methode des Röntgens für die Beurteilung auf das Vorhandensein einer Koronoiderkrankung wirklich geeignet ist. Neben der Methode sind die Untersucher zu hinterfragen. Hat einer der beiden Radiologen falsche Ergebnisse diagnostiziert? Wie wichtig ist die Erfahrung des Untersuchers für die Beurteilung der Röntgenbilder? Ob ein Fehler durch einen der Untersucher vorliegt, lässt sich in dieser Untersuchung nicht abschließend klären, da kein Golden standard für die richtige Beurteilung festgelegt werden kann. Dennoch liegen Fehlinterpretationen durch den unerfahrenen Röntgenuntersucher 2 nahe. Weiterführende Untersuchungen bezüglich der Interobserver-Übereinstimmung in der Röntgendiagnostik der Koronoiderkrankung werden bereits an der Klinik für Kleintiere der Justus-Liebig-Universität Giessen durchgeführt, um die hier festgestellten schlechten Übereinstimmungen in größeren Fallzahlen und mit einer größeren Anzahl Untersucher zu überprüfen. Hierbei sind vor allem Vergleiche mehrerer Untersucher mit vergleichbarem Erfahrungsstand wichtig. Sollten Abweichungen unerfahrener Untersucher untereinander und im Vergleich zu erfahrenen Radiologen auftreten, die erfahrenen Radiologen aber eine gute Übereinstimmung aufweisen, so liegen Interpretationsfehler durch mangelnde Erfahrung nahe. Zeigen jedoch alle Untersucher starke Abweichungen, erscheint die Methode des Röntgens als ungeeignet.

### 5.2.2 Osteophytäre Zubildungen

Auch wenn radiologisch diagnostizierbare, osteophytäre Zubildungen ein unspezifisches Zeichen einer Gelenkdegeneration sind, sehen einige Autoren das Vorliegen von Osteophyten als Anzeichen für eine Koronoiderkrankung, wenn es keine Hinweise auf andere Erkrankungen im Ellbogengelenk gibt (Henry, 1984, Schulz & Krotscheck, 2003). Moores et al. (2008) sehen in den Osteophyten das sensitivste Merkmal in der CT-Untersuchung, bei deren Vorliegen eine Pathologie im Ellbogen, wie auch immer genau geartet, vorliegt. Fitzpatrick et al. (2009a) halten die Sklerose für sensitiver bei der Erkennung einer

Koronoiderkrankung, zumal 28,8% die arthroskopisch positiven Gelenke keine osteophytären Zubildungen im Röntgen zeigen.

Soweit im Rahmen der Fallzahlen möglich, ist die Häufigkeit des Auftretens von osteophytären Zubildungen in den einzelnen Lokalisationen ist vergleichbar mit der Literatur. In dieser Studie können in 65% der Fälle bei Untersucher 1 und in 94% der Fälle bei Untersucher zwei osteophytäre Zubildungen am Processus anconaeus diagnostiziert werden. Bei Henry (1984) ist dies in 68% (21/31 Gelenken), bei Read et al. (1990) in 78% und bei Fitzpatrick et al. (2009a) in 70% der betroffenen Gelenke der Fall.

Im Bereich des Radiuskopfes können in 41% (U1), bzw. 54% (U2) arthrotische Zubildungen gesehen werden. Bei Henry (1984) sind es 70%, bei Fitzpatrick et al. (2009a) 37%.

Osteophyten im Bereich des Epicondylus medialis werden in 28% der Fälle (Untersucher 1), 19% der Fälle (Untersucher 2), sowie 55% der Fälle (Henry, 1984) vorgefunden.

Beim lateralen Epikondylus sind 28% (Untersucher 1), 10% (Untersucher 2), bzw. 57% (Fitzpatrick et al. 2009a) der Gelenke betroffen.

Unabhängig von der genauen Lokalisation zeigen 72% der Ellbogengelenke bei Untersucher 1 und 98% der Ellbogengelenke bei Untersucher 2 arthrotische Zubildungen im Gelenk. Bei Meyer-Lindenberg et al. (2003) sind es 79%.

Die größte Übereinstimmung der Beurteilung zwischen Untersucher 1 und 2 findet sich in den Lokalisationen Processus anconaeus, Trochlea humeri und Radiuskopf, wobei letztere Lokalisation sich kaum vom lateralen und medialen Epikondylus unterscheidet. Die schlechteste Übereinstimmung ist bei der Erkennung der Osteophyten im Bereich des Processus coronoideus medialis ulnae zu verzeichnen (vgl. Anhang 9.5). Die wahrscheinlichsten Gründe für das schlechtere Abschneiden von bestimmten Stellen in der Osteophytenbeurteilung sind unvermeidbare Überlagerungen durch andere Gelenkanteile. Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009a) halten Radiuskopf und Processus anconaeus für objektiv beurteilbar. Eine weitere Fehlerquelle sind Messfehler der Untersucher, da das Setzen der Messpunkte oftmals schwierig und gerade bei Überlagerungen subjektiv ist. Ferner wird im Gegensatz zu der Untersuchung von Fitzpatrick et al. (2009a) keine Korrektur der, durch das Röntgen bedingten, Vergrößerung vorgenommen. Auch wenn osteophytäre Zubildungen auf dem Processus anconaeus auf der nur maximal gebeugten Aufnahme (in dieser Studie nicht genutzt) überlagerungsfrei dargestellt werden können, so zeigt sich hier doch eine hohe Übereinstimmung beim Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman. Die Gründe und mathematische Interpretation von Kappa-Koeffizient und Rangkorrelationskoeffizient nach

Spearman sind in Kapitel 4.2 erläutert. Bei Wosar et al. (1999) liegt der Kappa-Koeffizient für das Vorliegen von Osteophyten (keine weitere Differenzierung) in bestimmten Gelenkanteilen zwischen 0,11 und 0,61 für die mediolaterale Aufnahme. Die genaue Differenzierung lautet wie folgt: Radiuskopf 0,61; Epicondylus medialis 0,34; Processus anconaeus 0,31; Processus coronoideus medialis ulnae 0,23; Epicondylus lateralis 0,11. Die Werte liegen in einem ähnlichen Bereich wie der Rangkorrelationskoeffizient in dieser Untersuchung. Radiuskopf und Processus anconaeus sind auch hier neben dem Epicondylus medialis die Parameter mit der größten Übereinstimmung.

### 5.2.3 Vermehrte Sklerosierung

Einige Autoren halten das Auftreten einer Sklerosierung sensibler für das Vorliegen einer Koronoiderkrankung als Osteophyten (Meyer-Lindenberg et al., 2002, Meyer-Lindenberg et al. 2003; Fitzpatrick, 2009a). Die Sensitivität liegt zwischen 77% und 96% (Draffan et al., 2009). Es wird jedoch keine Auswertung bezüglich der Spezifität vorgenommen. Bei Fitzpatrick et al. (2009a) kann jedoch auch bei Gelenken, die keine Sklerose zeigen, arthroskopisch eine Koronoiderkrankung vorgefunden werden.

Bei Meyer-Lindenberg et al. (2003) zeigen alle von einem fragmentierten Processus coronoideus betroffenen Gelenke (518) eine vermehrte Sklerosierung, bei Fitzpatrick et al. (2009a) sind es 86,7%. In der Veröffentlichung von Janthur et al. (2000) ist eine Sklerosierung in 29 von 81 Gelenken (entspricht 35,8%) das einzig vorliegende Röntgenmerkmal bei einer arthroskopisch bestätigten Koronoiderkrankung. In der vorliegenden Studie wird, wie bei Schleich (1997), in eine Sklerosierung caudal des Processus coronoideus, eine Sklerosierung im Bereich der Incisura trochlearis und eine Sklerosierung am Kapselansatz unterschieden. Bei Auftreten einer Sklerose im Bereich der Incisura oder des Kapselansatzes bei dieser Untersuchung liegt auch immer eine Sklerose caudal des Koronoids unterschiedlichen Grades vor, so dass sich das Merkmal „Sklerose-Generelles Vorliegen“ auch bereits alleine aus der „Sklerosierung caudal des Pcm“ ergibt. Die Region caudal des Processus coronoideus ist die wichtigste in der Beurteilung der Koronoiderkrankung (Burton et al., 2007). Das häufige Auftreten einer Sklerose in 49/54 Fällen bei Untersucher 1, bzw. 52/54 Fällen bei Untersucher 2 deckt sich mit den oben beschriebenen Angaben der Literatur. Die schlechte Übereinstimmung beim Kappa-Koeffizient ist durch eine niedrige Fallzahl und den wenigen negativen Gelenken zu erklären. Des Weiteren ist die Berechnung durch das Fehlen einer Kontrollgruppe anfällig für Abweichungen. Im Gegensatz dazu ermitteln Wosar et al. (1999) eine Übereinstimmung von

93% bei der Bestimmung der Sklerose auf mediolateralen Aufnahme durch 4 verschiedene Auswerter. Ein Kappa-Koeffizient wird aufgrund der hohen Übereinstimmung nicht berechnet.

In der vorliegenden veterinärmedizinischen Literatur werden mehrere Methoden beschrieben, um das Maß der Sklerose im Röntgenbild möglichst zu objektivieren. Dies kann zum einen durch Ausmessen und Relativieren mit der Ulna erfolgen (Draffan et al., 2009; Smith et al. 2009), durch computerunterstützte Auswertung der Pixelintensität (Burton et al., 2007) oder durch Osteoabsorbometrie in einer CT-Untersuchung (Samii et al., 2002). Die Einteilung in unserer Studie erfolgt subjektiv in keine, geringgradige, mittelgradige und hochgradige Sklerose. Ein Vergleich mit den oben genannten Studien ist nicht sinnvoll, da darin die erhobenen Messwerte nicht in Kategorien eingeteilt werden, die mit der von uns verwendeten Einteilung vergleichbar wären. Es liegen nur metrische Daten ohne die dazugehörigen Röntgenbilder vor. Der Kappa-Koeffizient zeigt mit 0,082 eine Übereinstimmung nahe dem Zufall, der Rangkorrelationskoeffizient, der auch den Grad der Abweichung berücksichtigt, ist mit 0,37 im Bereich einer leichten Korrelation.

#### 5.2.4 Inkongruenz

Das radiologische Erscheinungsbild einer Gelenkinkongruenz ist stark durch die Lagerung (Flexion, Rotation der Gliedmaßen, Winkel der auftreffenden Röntgenstrahlen) beeinflusst, was die Beurteilung häufig subjektiviert und einen erfahrenen Radiologen erfordert (Wind, 1986; Murphy et al., 1998; Brunnberg et al., 1999; Hornof et al., 2000; Mason et al., 2002; Schulz & Krotscheck, 2003; Samoy et al., 2006; Cook & Cook, 2009). Murphy und Mitarbeiter (1998) halten bei der mediolateralen Aufnahme eine Winkelung von 90° für am aussagekräftigsten, der in der hier durchgeführten Untersuchung nicht immer vorliegt. Die Bewertung der vorliegenden Lagerung ist bereits diskutiert worden. Wagner et al. (2007) erreichen in einer in vitro-Studie mit einer 90° gebeugten mediolateralen Aufnahme eine Übereinstimmung zwischen Röntgendiagnose und herbeigeführtem Status von 70%.

Die Ergebnisse der Interobserver-Vergleiche für eine Inkongruenz im Sinne eines short radius (Radius kürzer als Ulna) liegen bei 0,19 für den Kappa-Koeffizient und 0,24 bei Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman. Die Übereinstimmung ist somit als schwach bis leicht zu beurteilen. Ein Vergleich der Inkongruenzen „Ulna kürzer als Radius“ und „zu enge Incisura trochlearis“ kann nicht berechnet werden, da Untersucher 1 beide Merkmale in keinem Gelenk diagnostiziert und wird daher auch nicht weiter diskutiert. Auch Mason et al.

(2002) stellen bei ihrer Untersuchung große Unterschiede zwischen den auswertenden Radiologen fest. Die Größe der Stufe, die mit 90% Sicherheit diagnostiziert werden kann, liegt je nach Auswerter zwischen 1,5mm und 4mm. Die Spezifität schwankt zwischen 25-100%, die Sensitivität zwischen 13 und 93%. Die Aussagekraft des Röntgens zur Inkongruenzbeurteilung muss deshalb in Frage gestellt werden. Das CT als computergestütztes, dreidimensionales Bildgebendes Verfahren hat hier Vorteile, jedoch hat die Lagerung ebenfalls einen Einfluss (Reichle et al., 2000; Gemmill et al., 2005; Holsworth et al., 2005; Gemmill et al., 2006; Kramer et al., 2006; Moores et al., 2008, Böttcher et al., 2009). Weitere Untersuchungen sind auch hier notwendig, u.a. im Bezug auf dynamische Inkongruenzen (Fitzpatrick & Yeadon, 2009) und zur Gewinnung verlässlicher Vergleichsdaten. Jedoch ist sowohl beim Röntgen, als auch beim CT anzumerken, dass knöcherne Strukturen dargestellt werden und eine Aussage über eine Inkongruenz auf Knorpelniveau nicht gemacht werden kann (Murphy et al., 1998). In der Magnetresonanztomographie kann Knorpel dargestellt werden, wobei die Darstellung des Knorpels im Ellbogen insgesamt aufgrund der geringen Größe des caninen Ellbogens schwierig sein kann. Untersuchungen über Differenzen etwaiger radiolunarer Stufen auf Knochen- und Knorpelniveau in der MRT-Untersuchung gibt es in der veterinärmedizinischen Literatur nicht (Klumpp, 2009).

Das Vorkommen eines short radius, dass bei Untersucher 1 in 39%, bei Untersucher 2 in 9% der untersuchten Ellbogengelenke vorliegt, wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Meyer-Lindenberg et al. (2002) diagnostizierten bei 332 Gelenken in 13% einen zu kurzen Radius, bei Meyer-Lindenberg et al. (2003) sind es 10% der 518 Gelenke. Remy und Mitarbeiter (2004) hingegen geben an, dass in 85% der als radiologisch dysplastisch erkannten Gelenke eine nicht näher erläuterte Gelenkinkongruenz vorliegen soll.

#### 5.2.5 Processus coronoideus medialis ulnae (Pcm)

##### Verminderte Abgrenzbarkeit / Verminderte Dichte:

Eine verminderte Abgrenzbarkeit und/oder eine verminderte Dichte im Röntgenbild werden von vielen Autoren als Hinweis auf eine Koronoiderkrankung angegeben (Berry, 1992; Macpherson et al., 1992; Bardet & Bureau, 1996; Boulay, 1998; Schleich, 1998; Hornof et al., 2000; Haudiquet et al., 2002; Morandi et al., 2008; Cook & Cook, 2009).

Eine abnorme Form des Koronoids im Röntgen liegt bei Fitzpatrick und Mitarbeitern (2009a) in 62,9% der Fälle vor. Schleich (1997) findet in 59% der Fälle eine unscharf begrenzte, craniale Kontur des Processus coronoideus medialis ulnae, in 16% ist die Kontur deformiert.



In der vorliegenden Untersuchung kann bei 81% (U1) bzw. 94% (U2) eine verminderte Abgrenzbarkeit gesehen werden.

Die Werte des Kappa-Koeffizient liegen sowohl für die abgestufte Bewertung (Pcm - Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis ulnae), als auch für das dichotome Merkmal (Pcm - Verminderte Abgrenzbarkeit) mit 0,25, bzw 0,24 im Bereich der leichten Übereinstimmung. Auch Fitzpatrick et al., (2009) halten die Bewertung der Form des Koronoids für subjektiv. Die Ursache für eine verminderte Abgrenzbarkeit sehen sie in der Überlagerung mit Osteophyten und einer Unterbrechung der Knochenoberfläche.

Häufigkeiten für eine Verminderung der Dichte werden in der Literatur für das Röntgen nicht genannt. Moores et al. (2008) finden in 12% der Fälle eine Aufhellung des Koronoids im Sinne einer verminderten Dichte im CT. In der vorliegenden Studie ist die Häufigkeit einer verminderten Dichte mit 83% (U1), bzw. 85% (U2), sofern ein Vergleich der beiden Methoden Röntgen und CT in diesem Fall sinnvoll ist, deutlich höher.

Der Kappa-Koeffizient zeigt eine leichte Übereinstimmung für beide Variablen der verminderten Dichte. Der Rangkorrelationskoeffizient für das abgestufte Merkmal (Dichte Koronoid) ist mit 0,48 im mittleren Bereich.

#### Aufhellungslinie/Fragment:

Die radiologische Bewertung einer Aufhellungslinie, bzw. eines Fragmentes zeigt große Unterschiede zwischen beiden Auswertern. Untersucher 1 kann weder eine Aufhellungslinie, noch ein Fragment radiologisch entdecken. Auswerter 2 findet in 19 % (10 von 54) eine Aufhellungslinie und in 15% (8 von 54) der Fälle ein Fragment im Bereich des Koronoids. Mehrfachnennungen zwischen diesen beiden Merkmalen sind gegeben, alle Fragmente besitzen auch eine Aufhellungslinie. Sieht man sich beispielsweise die zweidimensionalen Auszählungen des Merkmals „freies Fragment“ von Untersucher 2 mit der dem Arthroskopiebefund „Processus coronoideus medialis – Zustand“ an (vgl. Anhang 9.6 Tabellen 66 und 67), so fällt auf, dass bei Vorliegen eines Fragmentes im Röntgen in drei der 8 Fälle in der arthroskopischen Untersuchung beider Auswerter kein Fragment sichtbar ist. Dies ist zwar theoretisch möglich (Moores et al., 2008), aber unwahrscheinlich. Eine falsche Einschätzung des unerfahrenen Auswerter erscheint daher möglich und wahrscheinlich.

Nach Ansicht vieler Autoren ist ein direkter röntgenologischer Nachweis der Fragmente und somit die definitive Diagnose einer Koronoiderkrankung nur selten möglich (Berzon & Quick, 1980; Mason et al., 1980; Robins, 1980; Goring & Bloomberg, 1983; Olsson, 1983; Probst, 1988; Schawalder, 1990; Walde & Tellhelm, 1991; Berry, 1992; Fehr & Meyer-

Lindenberg, 1992; Flückinger, 1992; Carpenter et al., 1993; Schleich, 1999; Hornof et al., 2000; Fitzpatrick, 2006; Morandi et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009a). Diese Aussagen sprechen ebenfalls für die falsche Beurteilung des 2. Untersuchers. Es gibt jedoch unterschiedliche Angaben in der Literatur. Tabelle 60 zeigt eine Übersicht, der Auswertungen verschiedener Literaturstellen im Vergleich zu Untersucher 1 und 2 der vorliegenden Studie.

**Tabelle 60:** Absolute und relative Häufigkeiten für das Vorliegen von radiologisch sichtbaren Fragmente bei der Koronoiderkrankung bei verschiedenen Autoren

<b>Autor/Untersucher, Jahr</b>	<b>Anzahl Gelenke</b>	<b>Fragment radiologisch nachweisbar</b>	<b>An FCP erkrankte Gelenke mit Fragment im Röntgen in %</b>
Grondalen, 1982	212	15	7,1%
Henry, 1984	31	27	87,1%
Meyer-Lindenberg et al., 2002	332	58	17,5%
Remy et al., 2004	154	-	19,5%
Fitzpatrick et al., 2009	437	55	13,6%
Untersucher 1	54	0	0%
Untersucher 2	54	8	14,8%

Tabelle 60 zeigt die Anzahl der untersuchten Gelenke verschiedener Veröffentlichungen zur Koronoiderkrankung / zum fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae im Vergleich zu der vorliegenden Arbeit (Untersucher 1 und 2). Die Anzahl und die relativen Häufigkeiten für das Auftreten radiologisch nachweisbarer Fragmente sind in Spalte 3 und 4 aufgeführt.

Des Weiteren muss als Differentialdiagnose zu einem Fragment auch an fakultative Sesambeine und Metaplasien im Weichteilgewebe gedacht werden, die in dieser Untersuchung nicht gesondert ausgewertet werden (Webbon & Jones, 1976; Väänänen & Skutnab, 1978; Berzon & Quick, 1980; Wood et al., 1985; Voorhout & Hazewinkel, 1987; Fehr & Meyer-Lindenberg, 1992; Flückinger, 1992; Bardet & Bureau, 1996, Constantinescu & Constantinescu, 2009) .

Eine überlagerungsfreie Darstellung und einfachere Bewertung ist mittels CT möglich (Braden et al., 1994; Körbel et al., 2001; De Rycke et al., 2002, Rovesti et al., 2002; Moores et al., 2008; Cook & Cook, 2009; Draffan et al., 2009). Dies ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

#### 5.2.6 Humerus

##### Subchondraler Defekt Trochlea

Die Beurteilung der Ergebnisse bzgl. subchondraler Defekte ist in dieser Studie kaum möglich, da alle Fälle, die verdächtig für eine Osteochondrosis dissecans (OCD) sind, ausgeschlossen werden. Die Abstufung des Röntgenmerkmals in „Vorhanden, aber ohne sichere Diagnose“ stellt somit eine Ausnahme dar. Radiologisch kann eine OCD nicht sicher ausgeschlossen werden, jedoch gibt es in diesen Fällen arthroskopisch keinen Hinweis auf das Vorliegen der Erkrankung, sondern es handelt sich um Schliffusuren (kissing lesions). Daher werden die beiden Abstufungen „Kissing lesion“ und „Vorhanden, aber ohne sichere Diagnose“ für den Kappa-Koeffizienten zusammengefasst. Dieser zeigt eine leichte Übereinstimmung.

Radiologisch können Schliffusuren von einer OCD dahingehend differenziert werden, dass bei einer OCD eine subchondrale Sklerose um den Defekt zu erwarten ist (Cook & Cook, 2009). Die Abgrenzung ist im Einzelfall jedoch schwierig.

Häufigkeiten für radiologisch sichtbare Kissing lesions im Rahmen einer Koronoiderkrankung ohne OCD sind in der Literatur nicht beschrieben. Ursache dafür sind die bekannten Probleme in der Beurteilung subchondraler Defekte der Trochlea humeri, da eine Koronoiderkrankung zusammen mit einer Osteochondrose vorkommen kann. Hier können in 13%, bzw. 28% der untersuchten Ellbogengelenke radiologische Hinweise auf Schliffusuren gefunden werden. Auch im CT ist eine Differenzierung zwischen OCD und Schliffusuren schwierig. 31% zeigen Befunde an der Trochlea humeri bei dysplastischen Ellbogengelenken, was aber nicht in allen Fällen mit dem arthroskopischen Erscheinungsbild übereinstimmt (Moores et al., 2008).

### 5.2.7 ED-Score

Der ED-Score nach Lang et al. (1998) ist ein Scoring-System in dem sowohl Anzeichen der allgemeinen Arthrose (Osteophyten im Bereich des Processus anconaeus, Osteophyten an anderen Lokalisationen), als auch krankheitsspezifische Bewertungspunkte vereint sind. Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae, ein isolierter Processus anconaeus, die Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri, sowie eine Gelenkinkongruenz fließen ein (vgl. Definition Ellbogendysplasie Kap. 2.3.1). In Bezug auf die Koronoiderkrankung werden Sklerose, radioulnare Inkongruenz und Form, bzw. Fragmentierung des Processus coronoideus zur Bewertung herangezogen.

Dieser ED-Score stellt somit eine Art Zusammenfassung der bereits beschriebenen, untersuchten Einzelpunkte dar, auch wenn der isolierte Processus anconaeus und die Osteochondrosis dissecans hier nicht von Interesse sind.

Der ED-Score nach Lang ist ein international anerkanntes Bewertungssystem zur Untersuchung und Zuchtbewertung der Ellbogen.

Im Vergleich zwischen Untersucher 1 und Untersucher 2 ist der Kappa-Koeffizient mit 0,075 im Zufallsbereich. Dies verwundert nicht, da bei theoretisch 21 zu vergebenden Punkten und zum Teil subjektiven Kriterien (z.B. Sklerose) kleine Abweichungen zu erwarten sind. Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman ist da aussagekräftiger. Mit einem Wert von 0,58 liegt eine mittlere Korrelation an der Grenze zur guten Korrelation vor. Gerade im Vergleich zu den anderen Interobserver-Untersuchungen zeigt dies die Sicherheit des Scoring-Systems.

### 5.2.8 Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale

Diese aus den Merkmalen Osteophytäre Zubildungen - Generelles Vorliegen, Inkongruenz – Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als Ulna, Vermehrte Sklerosierung - Generelles Vorliegen, Pcm(Processus coronoideus medialis) - Verminderte Abgrenzbarkeit und Pcm - Verminderte Dichte berechnete Variable trägt der Tatsache Rechnung, dass auch mehrere der genannten Merkmale gemeinsam vorliegen können. Die Vermutung liegt nahe, dass je mehr Merkmale gemeinsam vorliegen, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Koronoiderkrankung in der Arthroskopie größer und der Ausprägung der Erkrankung stärker ist.

Der Kappa-Koeffizient und der Rangkorrelationskoeffizient liegen, wie zu erwarten, im Bereich der in die Variable einfließenden Einzelmerkmale.

Da dieses Merkmal für die vorliegende Veröffentlichung kreiert und erstmalig erwähnt ist, ist eine Diskussion mit der Literatur nicht möglich.

### 5.2.9 Zusammenfassung

Die Interobserver-Untersuchungen zeigen oftmals nur schwache bis leichte Überstimmungen (Vgl. Anhang 9.5). Ursachen hierfür können im Bereich des Studiendesigns, bzw. der mathematischen Verteilung der Merkmale, in Fehlern der Auswerter oder in der Methode des Röntgens selber liegen.

Mathematisch gesehen ist es schlecht, dass keine Kontrollgruppe etabliert werden kann, daher ist, gerade wenn fast alle der untersuchten Gelenken das Merkmal aufweisen (z.b. Generelles Vorliegen von Osteophyten bei Untersucher 2 - 53 von 54 Gelenken), der Kappa-Koeffizient anfällig für abweichende, „falsche“ Ergebnisse. Hierzu folgen noch weitere Anmerkungen im Verlauf der Diskussion.

Fehler der Untersucher sind selbstverständlich ebenfalls zu bedenken. Die radiologische Diagnostik der Koronoiderkrankung ist schwierig (Fitzpatrick et al., 2009a) und fordert Erfahrung. Natürlich liegt es nahe, die Fehler beim unerfahrenen Untersucher zu suchen, wie bereits bei den Merkmalen Aufhellungslinie und Fragment erläutert. Dies kann aber durch diese Studie nicht eindeutig belegt werden.

Große Unterschiede zwischen Untersuchern können selbstverständlich in der Methode selbst bedingt sein. Wosar et al. (1999) haben bei Interobserver-Vergleichen der Röntgenbewertung je nach Lagerung und Merkmal ebenfalls z.T. niedrige Kappa-Koeffizienten bis zu 0,04. Intraobserver-Untersuchungen können hier Belege für eine Nachvollziehbarkeit der Methode liefern.

Weitere Untersuchungen über die Inter- und Intraobserver-Übereinstimmung der radiologischen Diagnostik der Koronoiderkrankung sind bereits in Auswertung.

Ferner ist noch anzumerken, dass, auch wenn keine Röntgenanzeichen für eine Pathologie am Ellbogen vorliegen, der Hund in manchen Fällen dennoch eine Koronoiderkrankung haben kann (Fitzpatrick et al., 2009a, Punke et al., 2009). Bei Read et al. (1990) sind 22% der Ellbogen, bei denen intraoperativ ein fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae festgestellt wird, radiologisch unauffällig, bei Schleich (1997) 4,1%. Janthur et al. (2000) sehen ebenfalls bei 7 von 81 erkrankten Gelenken (entspricht 8,6%) keine pathologischen Röntgenbefunde. Fitzpatrick et al. (2009a) finden bei 8 von 13 röntgenologisch unauffälligen Ellbogen arthroskopisch eine Koronoiderkrankung. Bei den beiden von Untersucher 1 als unauffällig bewerteten Ellbogen, diagnostizierte Untersucher 3 bei einem der Ellbogen (Nr.29) eine avitale Spitze, Untersucher 4 befundet beide Gelenke als unauffällig. Daher muss die Methode der Radiologie auch als Screeningmethode zur Zuchtbewertung hinterfragt und

gegebenenfalls durch andere Untersuchungen (CT, Arthroskopie) ergänzt bzw. sogar ersetzt werden. Dass Röntgen eher zum Ausschluß anderer Erkrankungen (OCD, IPA) als zur Diagnostik der Koronoiderkrankung einzusetzen, wird von Fitzpatrick et al. (2009a) diskutiert.

### **5.3 Arthroskopiefunde**

#### Allgemein zur Methode

Die Methode, die Arthroskopien mittels einer Videoaufzeichnung zu analysieren, erleichtert die Durchführung eines Interobserver-Vergleiches, da nicht alle Auswerter bei der Operation anwesend sein müssen. Des Weiteren werden die Untersucher nicht durch bereits vorher zugetragene Informationen beeinflusst, was bei der intraoperativen Interpretation mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt. Alle Untersuchungen können zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden, um gerade bei einem unerfahrenen Auswerter den Einfluss der Lernkurve zu minimieren. Zudem ist die Videoaufzeichnung ein gutes Mittel zur Dokumentation, da die Orientierung leichter fällt, als auf einzelnen Bildern (Wagner et al., 2007). Im Gegensatz zu Untersuchungen bei denen die Operationsberichte retrospektiv entsprechend bestimmter Parameter ausgewertet werden (Moores et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009a), kann hier direkt auf die Merkmale von Interesse bei der Auswertung geachtet werden.

Ein Nachteil ist, dass keine Palpationsbefunde eingehen können, was gerade bei der Diagnose von Chondromalazien und avitalen Knochenanteile notwendig ist. Der Zustand post operationem kann per Video beurteilt werden, aber Abweichungen zwischen ursprünglichem Frakturlinienverlauf oder Ausdehnung avitaler Knochen- und Knorpelanteile und der später iatrogen geschaffenen Knochenkante können nicht berücksichtigt werden. Rotationsgrad und Abduktion der Gliedmaße sind schwierig einzuschätzen, was v.a. die Beurteilung der Inkongruenz schwierig macht.

Die Qualität des Videofilmes fließt natürlich auch mit in die Bewertung ein. Sind alle Gelenkanteile so gefilmt worden, dass sie beurteilbar sind? Erfolgt Blickwinkeländerungen und Positionsänderungen so langsam, dass alle Anteile beurteilt werden können? Liegt keine Sichtbehinderung durch Blutungen, Synovialzotten oder Kapselreste vor. In einem Fall kann die Incisura trochlearis und somit auch der Knorpel in diesem Bereich nicht beurteilt werden, da dieser Gelenkanteil nicht im Video zu sehen ist.

#### 5.3.1 Synovialzotten

##### Synovialitis

Die Bewertung der Synovialzotten ist mit der Arthroskopie sehr gut möglich. Die Beurteilung erfolgt in einem weitestgehend physiologischen Umfeld (van Bree & Van Ryssen, 1998; Sams, 2000; Van Ryssen et al., 2003). Im Gegensatz zur intraoperativen Beurteilung ist die

Auswertung per Videoaufzeichnung oftmals schwieriger, da die Bereiche, die von Interesse sind, oftmals nur kurzzeitig eingesehen werden können.

Die Beurteilung der Synovialzotten ist subjektiv. Es können keine vergleichenden Messungen erhoben werden. Im Gegensatz zu Fitzpatrick et al. (2009a), wo eine Entzündung allgemein nach Gefäßzeichnung, Rötung und Gestalt diagnostiziert wird, wird in der vorliegenden Arbeit zur Objektivierung die beschriebene Einteilung nach Behrends (1996) angewandt. Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman als Maß für die Übereinstimmung liegt trotz der relativ subjektiven Einteilung im mittleren Bereich.

Das Vorkommen einer Synovialitis im Zusammenhang mit einer Koronoiderkrankung ist in der Literatur ähnlich häufig wie in der vorliegenden Studie. Bei Fitzpatrick et al. (2009a) zeigen alle der 437 Gelenke eine Entzündung der Zotten. Van Ryssen und van Bree (1997) können sogar bei 14 von 100 untersuchten Ellbogen eine Synovialitis ohne fragmentierten Processus coronoideus finden. In dieser Studie liegt in 51 von 54 Gelenken bei Untersucher 1 und in 46 von 54 Gelenken bei Untersucher 2 eine Synovialitis unterschiedlichen Grades vor. Das Vorliegen von Gelenken ohne Synovialitis ist durch das schubweise Auftreten einer aktivierten Arthrose bei degenerativen Gelenkerkrankungen oder durch eine präoperative Therapie mit nichtsteroidalen Antiphlogistika zu erklären.

### 5.3.2 Processus coronoideus medialis ulnae (Pcm)

#### Processus coronoideus medialis ulnae - Zustand

Ein Vergleich der Häufigkeiten mit anderen Veröffentlichungen ist schwierig. Dies ist v.a. in den unterschiedlichen Definitionen der Ausprägungsformen begründet. Viele Autoren nutzen folgende Einteilung: Fragment-Fissur-Chondromalazie (vgl. Tabelle 61). Dabei wird eine Beteiligung des subchondralen Knochens bei Chondromalazien, die von Van Ryssen und van Bree (1997) erstmal im Bezug auf die Koronoiderkrankung erwähnt werden, meist offen gelassen. Palpationsbefunde sind nicht beschrieben. Die Chondromalazie wird oftmals eher als Begleiterscheinung des Fragmentes gesehen und nicht als eigenständige Erscheinungsform, was sich in Doppelzählungen mit entsprechenden Zahlenwerten äußert (vgl. Tabelle 61). Im Gegensatz dazu wird in dieser Studie von avitalem Knochen gesprochen, da sich der Knochen palpatorisch weich und bei Adspektion gelblich und ohne Durchblutung darstellt. Dies kann jedoch auch ohne erkennbare Chondromalazie der Fall sein. Unterstützt wird die hier verwendete Einteilung durch die Studien von Guthrie et al. (1992) und Danielson et al. (2006), die Mikrorisse und –frakturen in veränderten Processus coronoidei



zeigen können, ohne dass makroskopisch Risse sicht- oder tastbar sind. Auch Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009a) sprechen von einer subchondralen Pathologie im Gegensatz zu Fragment und Fissur als Erscheinungsform in ihrer Einleitung, befunden jedoch später in der Studie als Fragment, Fissur, Chondromalazie und intakt.

Der Übergang von avitalem Knochen über Fissur zum Fragment als Erscheinungsform der Koronoiderkrankung ist fließend (Read, 1993) und stellt eventuell eine Entwicklung der Erkrankung dar (Grondalen & Grondalen, 1981; Fitzpatrick und Yeadon, 2009). Die Einteilung ist daher in gewissem Maße willkürlich und bedingt subjektiv, trotz genauer Definition in dieser Studie. Ein detaillierter Vergleich ist aufgrund der verschiedenen Einteilungen nicht sinnvoll.

**Tabelle 61:** Einteilung der Koronoiderkrankung verschiedener Autoren mit absoluter und relativer Häufigkeit, im Vergleich zur vorliegenden Studie

Autor, Jahr	Anzahl der untersuchten Gelenke	Frei	Fragment	Fissur	Avitaler Knochen/ Chondromalazie	Intakt
Grondalen, 1982	212		156 73,6%	56 26,4%		
Read et al., 1990	64	8 12,5% (loose fragment)	37 (Fissures/Fragment)	57,8%	17 26,6% (Fissures/ degeneration)	2 3,1%
Snaps et al., 1997	22	7 31,8%	6 (nondisplaced mineralized)	27,3%	8 36,4% (nondisplaced nonmineralized)	1 4,5%
Van Ryssen & van Bree, 1997	100	41/100 41% (displaced fragments)	50/100 50% (nondisplaced fragments)	13/100 13%	27/100 27% (Chondromalazie)	
Wosar et al. 1999	31		26 83,9%	3 9,7%	1 3,2% (irregular conformation)	1 3,2%
Moore et al., 2008	101 (an ED erkrankte Ellbogen)	40% (displaced fragments)	(nondisplaced fragments)	12%	60% (Chondromalazie)	
Fitzpatrick et al., 2009a	437		280 64,1%	80 18,3%		77 17,6%
Untersucher 3	54	0 0%	18 33,3%	22 40,7%	12 22,2%	2 3,7%
Untersucher 4	54	4 7,4%	15 27,8%	13 24,1%	17 31,5%	5 9,3%

Tabelle 61 zeigt verschiedene Veröffentlichungen zur Koronoiderkrankung mit Anzahl der untersuchten Gelenke im Vergleich zur vorliegenden Studie. Die Einteilung der Erscheinungsformen der Koronoiderkrankung ist an die in dieser Studie verwendete angepasst. Abweichende Bezeichnungen sind im Originaltext aufgeführt. In jeder Kategorie sind absolute und relative Häufigkeiten, sofern vorhanden, eingefügt.

Mit Ausnahme der Untersuchung von Moore et al. (2008), die sich auf die Ellbogendysplasie (ED) im Allgemeinen bezieht, behandeln die Untersuchungen das Vorliegen eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung.

Trotz der beschriebenen Problematik, dass keine Palpationsbefunde in die Bewertung einfließen können, ist die Interobserver-Übereinstimmung beim Kappa-Koeffizienten als mittel und beim Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman sogar als gut zu bezeichnen.

Ein Palpationsbefund ist in diesem Falle zum einen zur Knorpelbeurteilung, als auch zur Differenzierung zwischen Fragment und Fissur in manchen Fällen wichtig. Letzteres kann umgangen werden, in dem die Palpation gefilmt wird. Eine Fragmentbewegung kann dann per Video dokumentiert werden.

#### Processus coronoideus medialis ulnae- Fragment - Schawalder

Die Einteilung nach Schawalder (1990) wird in keiner Veröffentlichung direkt genutzt, daher ist ein direkter Vergleich schwierig. Die beschriebenen Frakturlinienverläufe zeigen jedoch deutliche Übereinstimmungen. Die Einteilungen werden im Folgenden beschrieben und dem Schema nach Schawalder zugeordnet. Die Übersicht über die Häufigkeiten findet sich in Tabelle 62. Guthrie (1989) teilt den Frakturlinienverlauf in „Axial“ (=lateral entspricht bedingt Schawalder Typ I), „Spitze“ (entspricht Typ I) und „Abaxial“ (=medial entspricht Typ II und III). Genaue Zahlen werden nicht genannt. Grondalen (1981) nutzt die Einteilung „oblique dorsomedially directed with major part of the apex“ (Typ II), „curved parallel to the radial notch“ (Typ III) und „straight latero-medially directed“ (Typ I). Schleich unterscheidet in „cranial“ (Typ I), „craniolateral“ (Typ II), „craniomedial“ (ebenfalls Typ I zugeordnet), „lateral“ (Typ III) und medial (ebenfalls fraglich Typ I zugeordnet).

**Tabelle 62:** Vergleich Häufigkeiten nach Fraktureinteilung nach Schawalder (1990) - absolute und relative Häufigkeiten verschiedener Autoren im Vergleich zur vorliegenden Studie

<b>Autor/Untersucher, Jahr</b>	<b>Anzahl erkrankter Gelenke</b>	<b>Typ I</b>	<b>Typ II</b>	<b>Typ III</b>	<b>Typ IV</b>
<b>Grondalen, 1981</b>	225	9 4%	96 43%	120 53%	0
<b>Schleich, 1997</b>	146	54 37%	84 58%	8 5%	0
<b>Untersucher 3</b>	52	25 48%	17 33%	10 19%	0
<b>Untersucher 4</b>	49	18 37%	27 55%	4 8%	0

Tabelle 61 zeigt verschiedene Veröffentlichungen zur Koronoiderkrankung mit Anzahl der untersuchten Gelenke im Vergleich zur vorliegenden Studie. Grondalen (1981) und Schleich (1997) verwenden nicht die Einteilung des Frakturlinienverlaufes nach Schawalder (1990), jedoch lassen sich die dort verwendeten Beschreibung in das Schema von Schawalder überführen. In jeder Kategorie sind absolute und relative Häufigkeiten eingefügt. Keine der genannten Veröffentlichungen incl. der vorliegenden Arbeit kann in einem der untersuchten Gelenke ein Frakturlinienverlauf Typ IV nach Schawalder (1990) diagnostizieren

Es gibt deutliche Unterschiede in der Verteilung, die jedoch auch in den unterschiedlichen Einteilungen bedingt sein können. Auch Unterschiede in der Rasseverteilung könnten eine Rolle spielen (Schleich, 1997), dazu gibt es jedoch in der Literatur keine ausreichenden Daten. Untersuchungen dieser Art können auch bei den vorliegenden Fallzahlen dieser Arbeit nicht durchgeführt werden.

Der von Schawalder beschriebene Typ IV (mit betroffenem Radius) kann weder in der vorliegenden Untersuchung, noch in der Literatur diagnostiziert werden.

Die mit dem Kappa-Koeffizienten bestimmte Übereinstimmung der Untersucher ist leicht. Dies ist dadurch erklärbar, dass man beim Einordnen in die Kategorien sowohl auf die Videos prae, als auch post chirurgischer Intervention zurückgreifen kann. Je nach Untersucher kann die Gewichtung eher bei einem der beiden Clips liegen. Anzumerken ist, dass die postoperative Dokumentation eine Verfälschung des Frakturlinienverlaufes hervorrufen kann, da z.B. bei einem eigentlich vorliegenden Verlauf nach Typ III es nicht sinnvoll ist, die craniale, noch intakte Spitze zu belassen. Dies könnte zu einer Fragmentierung der Spitze in der Folge führen, so dass man therapeutisch einen postoperativen Zustand herbeiführen wird, der einem Frakturlinienverlauf nach Typ II entspricht.

### 5.3.3 Trochlea humeri – Schliffusuren

Die Entstehung von Schliffusuren als Folge eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae wird von vielen Autoren beschrieben (Guthrie, 1989; Read et al., 1990; van Bree & Van Ryssen, 1995; Snaps et al., 1997; Van Ryssen & van Bree, 1997; Janthur et al., 2000; Moores et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009a). Die Häufigkeit im Zusammenhang mit der Ellbogendysplasie wird mit 32% (Janthur et al., 2000) und 49% (Fitzpatrick et al., 2009a) angegeben. Bei Vorliegen einer Koronoiderkrankung wird in 41% (Snaps et al., 1997) bis 83% (Van Ryssen & van Bree, 1997) mit Schliffusuren gerechnet. Van Ryssen und van Bree differenzieren noch weiter: Das Auftreten von kissing lesions ist bei Vorliegen eines Fragmentes mit 73% (66/91) häufiger, als bei Fissuren mit 69% (9/13) und Chondromalazien (30%, 8/27). Ähnliches berichten auch Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009a). In 55,5% der Ellbogengelenke mit Fragment, in 27,5% mit Fissur und in 34,4% der intakten bzw. an einer Chondromalazie auf dem Koronoid leidenden Gelenke werden Schliffusuren gefunden.

In der hier durchgeführten Arbeit können in 46% (Untersucher 3), bzw. in 48% (Untersucher 4) der untersuchten Gelenke Schliffusuren unterschiedlichen Grades festgestellt werden. Dies liegt im Bereich der Literatur. Sowohl Kappa-Koeffizient als auch Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen den Auswertern.

Die Bewertungskala nach Noyes und Stabler (1989) wird hier in vereinfachter Form verwendet (Grad I-III). Dieses Bewertungssystem ist speziell für die Arthroskopie entwickelt und wird daher anderen häufig verwendeten Systemen, wie z.B. Outerbridge-Skala (Outerbridge et al., 1961) vorgezogen.

### 5.3.4 Beurteilung Knorpel

Die Einteilung für die Punkte Processus coronoideus medialis – Knorpel, Caput radii – Knorpel und Incisura trochlearis – Knorpel (vgl. z.B. Tabelle 45) inklusive der Abstufung verdickter Knorpel wurde gewählt, um der Vermutung Rechnung zu tragen, dass die Koronoiderkrankung eine Form der Osteochondrose sein könnte. Dies würde ggf. mit einer Verdickung einhergehen. Aus diesem Grund wird die Trochlea humeri anders bewertet, da eine Osteochondrosis (dissecans) in dieser Lokalisation per Ausschlußkriterium nicht möglich ist. Eine Verdickung könnte außerdem als Zeichen einer Inkongruenz interpretiert werden. Die Erosion des Gelenkknorpels als Begleiterscheinung der Koronoiderkrankung und arthroskopisches Erscheinungsbild der Arthrose wird in 2 Abstufungen nochmals unterteilt.

Die gewählte Einteilung ist subjektiv, zumal, wie bereits beschrieben, keine Palpationsbefunde in die Auswertung mit einfließen können. In der Literatur werden unterschiedlichste Einteilungen verwendet (Outerbridge et al., 1961; Noyes und Stabler, 1989; Moores et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009a). Ein Vergleich mit diesen Systemen ist nicht sinnvoll, da sich die Einteilungen deutlich unterscheiden. Zum einen gehen, im Gegensatz zur vorliegenden Studie, Palpationsbefunde mit in die Bewertung ein, zum anderen werden Tiefe der Läsionen bei nicht vollständiger Knorpelerosion und Flächenausbreitung der Knorpeldefekte bewertet (Outerbridge et al., 1961; Noyes und Stabler, 1989; Fitzpatrick et al., 2009a). Moores et al. (2008) teilen die sichtbaren Gelenkanteile in 8 Zonen ein, die dann einzeln mit einer Skala von 0-4 bewertet werden.

Die Interobserver-Untersuchungen zeigen sich zwischen 0,11 und 0,31 im Bereich der schwachen und leichten Übereinstimmung.

Die Variable „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“ soll als ein Maß für die arthrotischen Veränderungen dienen, das objektiver ist als die Variable „Arthrosen“. Die Anzahl der Stellen an denen Knorpelerosionen auftreten (Möglichkeiten: Processus coronoideus medialis, Trochlea humeri, Radiuskopf, Incisura trochlearis) werden ohne Wertung des Grades der Knorpelschäden gezählt. Der Interobserver-Vergleich beschreibt mit einem Kappa von 0,25 nur eine leichte Übereinstimmung, beim Rangkorrelationskoeffizient liegt jedoch mit 0,65 eine gute Korrelation vor. Gründe dafür können zum einen darin liegen, dass die Variable Unterschiede ausgleicht. Wenn z.B. Untersucher 3 den Radiuskopf als einzigen Bereich im Gelenk mit einer Knorpelerosion ansieht, Untersucher 4 im selben Gelenk aber lediglich Knorpelerosionen im Bereich des Koronoids feststellen kann, so ergibt sich für die Variable in beiden Fällen ein Wert von 1. Beide Auswerter stimmen jedoch im Detail nicht überein. Sie haben den Zustand des Knorpels an zwei Stellen unterschiedlich bewertet. Ferner besteht mathematisch die Möglichkeit, dass einer der Untersucher die Veränderungen tendenziell stärker bewertet. Der Rangkorrelationskoeffizient wäre dann relativ groß, obwohl keine exakte Übereinstimmung vorliegt. Die Ergebnisse beim Vergleich dieser Variable sind jedoch deutlich besser, als bei den vorher und im Folgenden beschriebenen Merkmalen der Arthrosen/Knorpelschäden.

Die Einteilung des Merkmals „arthrotische Veränderungen“ ist rein subjektiv und beruht stark auf den Erfahrungswerten der Untersucher, gerade dann, wenn bestimmte Gelenkanteile nur kurzzeitig im Video einsehbar sind. Der Kappa-Wert von -0,038 und ein Rangkorrelationskoeffizient von 0,11 zeigen (wie zu erwarten) keine nennenswerten

Übereinstimmungen. Ein Vergleich mit der Literatur ist aufgrund der Subjektivität nicht sinnvoll.

### 5.3.5 Stufe Arthroskopie

Die Beurteilung der radioulnaren Inkongruenz erfolgt subjektiv. Da die genaue Position (Grad der Abduktion, Beugung und Rotation) der Gliedmaße im Video nicht dokumentiert wird, ist die Kongruenzbeurteilung sehr schwierig. Eine Pronation hebt die Spitze des Koronoids an, eine Supination hat den umgekehrten Effekt. Die Extension führt zu einer Verschiebung des Radius nach cranial (Wagner et al., 2007). Die Übereinstimmung der beiden Untersucher ist folglich mit einem Kappa von 0,058 niedrig. Eine Objektivierung der Beurteilung kann durch Einbringen eines Tasthakens, der am besten mit einer Messskala versehen ist, geschehen (Wagner et al., 2007; Werner et al., 2008). Die sensitivste Lokalisation zur Messung ist der caudalste Punkt der Gelenkfläche zwischen Radius und Ulna. Zusätzliche Messungen an der Spitze und im mittleren Bereich des Koronoid erhöhen die Spezifität. Sensitivität und Spezifität in für Röntgen, CT und Arthroskopie sind in Tabelle 63 dargestellt (Wagner et al., 2007). Der Kappa-Koeffizient beim Untersuchervergleich beträgt 0,71 (Wagner et al., 2007). Beide Untersuchungen sind jedoch in vitro Studien. In welchem Maße sich die Ergebnisse in vivo bestätigen lassen Bedarf weiterer Untersuchungen. Eine Angleichung des Gelenkknorpels zum Ausgleich einer Inkongruenz ist möglich.

**Tabelle 63:** Sensitivität und Spezifität einer gesamten Arthroskopie (Messung an 3 Punkten), Röntgen und Computertomographie zur Diagnose einer radioulnaren Inkongruenz (Wagner et al., 2007)

	<b>Sensitivität (%)</b>	<b>Spezifität (%)</b>
<b>Arthroskopie</b>	94	82
<b>Röntgen</b>	99	42
<b>CT</b>	85	46

Moore et al. (2008) stellen in 14% der 101 Ellbogen mit Ellbogendysplasie arthroskopisch einen Short radius fest, bei Schleich (1997) sind es 11% in der Arthrotomie. Beide beschreiben nicht die Methode der Befunderhebung. Inwiefern ein Vergleich mit der vorliegenden Untersuchung aufgrund der obenbeschriebenen Problematik sinnvoll ist, bleibt fraglich. Untersucher 3 stellt in 2%, Untersucher 4 in 15% der an einem fragmentierten Processus coronoideus erkrankten Ellbogen einen zu kurzen Radius fest.

### 5.3.6 Zusammenfassung Arthroskopiebefunde

Insgesamt zeigt die Arthroskopie eine bessere Übereinstimmung als das Röntgen. Die Ergebnisse sind zufriedenstellend. Einige Unterschiede sind methodenbedingt, wie z.B. durch Fehlen des Palpationsbefundes. In einigen Bereichen können Verbesserungen durch Optimierung der Kameraführung (langsame, ausreichend lange Dokumentation aller einsehbaren Gelenkabschnitte von verschiedenen Blickwinkeln) oder das Filmen einer Palpation erreicht werden. Die Standardisierung des Ablaufs der Gelenkanteile bedarf einiger Zeit beim Vorliegen von verschiedenen Operateuren. Desweiteren müssen subjektive Kriterien, wie die Beurteilung des Arthrogrades und der Knorpelschäden, durch genauere Einteilungen objektiviert werden. Moores und Mitarbeiter (2008) teilen die sichtbaren Gelenkanteile in 8 Gebiete ein, die jeweils mit einer Gradeinteilung von 0 bis 4 versehen werden. Interobserververgleiche werden jedoch nicht beschrieben.

Ebenso wie es von der Koronoiderkrankung betroffene Gelenke gibt, die keine radiologischen Veränderungen aufweisen, so gibt es auch erkrankte Ellbogengelenke, die sich in der Arthroskopie unauffällig zeigen (Moores et al., 2008). Dies wird vor allem im CT diagnostiziert und kann in Fällen vorkommen, in denen keine Oberflächenveränderungen vorliegen, der darunterliegende Knochen jedoch geschädigt ist. Diese Fälle werden in dieser Studie nicht mit erfasst, da kein Vergleich mit dem CT erfolgt.



## **5.4 Vergleich Röntgen – Arthroskopie**

### *5.4.1 Vergleich einzelner Röntgenbefunde und Kombinationen von Röntgenbefunden mit arthroskopischen Vorliegen einer Koronoiderkrankung, Zustand des Pcm und Frakturlinienverlauf*

Die Diskussion der in Kapitel 4.4.1 bereits vorgestellten Ergebnisse wird nach Röntgen-Untersucher 1 und 2 getrennt erfolgen. Zum einen liegen, wie bereits in Kapitel 4.2 beschrieben, starke Unterschiede zwischen diesen Auswertern vor, zum anderen liefern die Vergleiche mit beiden Arthroskopie-Untersuchern jeweils ähnliche Ergebnisse.

#### Vergleich Untersucher 1 mit Arthroskopie

Der exakte Test nach Fisher, als Test auf Unabhängigkeit, liefert in wenigen Fällen signifikante Ergebnisse ( $p \leq 0,05$ ), einige, deren Irrtumswahrscheinlichkeiten nahe der Signifikanz liegen ( $p < 0,2$ ) und Berechnungen mit relativ hohem p-Wert. Die Röntgenmerkmale „verminderte Abgrenzbarkeit, verminderte Dichte“ und die Kombination aus Sklerose und verminderte Dichte waren im Vergleich mit beiden Auswertern signifikant. Die Variablen Ost, Ab-Di, Ost-Skl und Ost-Ab beim Vergleich mit einem der beiden Arthroskopie-Untersucher. Am schlechtesten schneidet die Variable Short Radius und deren Kombinationen ab. Über die Problematik der Röntgenauswertung bezüglich dieses Merkmals wird bereits im Kapitel 5.2.4 ausführlich berichtet. Schleich (1997) sieht eine Inkongruenz des Ellbogengelenkes kombiniert mit einer Sklerosierung, einem deformierten Koronoid oder einer verminderten Dichte als deutlichen Hinweis auf einen fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae.

Die Bewertung des Tests auf Symmetrie nach McNemar ist bei nicht widerlegter Unabhängigkeit nicht sinnvoll. Da die meisten Merkmale (mit Ausnahme des Short radius und Kombinationen) jedoch nahe dem Signifikanzniveau liegen, welches bei höherer Fallzahl wahrscheinlich erreicht werden kann, wird dieser Tests unter Vorbehalt diskutiert. In fast allen Fällen liegen signifikante Veränderungen und somit eine Asymetrie vor. Aufgrund der erhobenen Daten ist bei Vorliegen des Röntgenmerkmals das Vorliegen der Koronoiderkrankung wahrscheinlicher als bei einem gesunden Gelenk. Die nicht signifikanten Testergebnisse bei Sklerosierung (im Vergleich mit Untersucher 3 und 4), sowie bei Abgrenzbarkeit, Dichte und Skl-Di (im Vergleich mit Untersucher 4) lassen sich dadurch erklären, dass sehr viele der 54 Gelenke für die entsprechende Röntgenvariable positiv waren. 44-49 Ellbogen zeigen diese Merkmale. Durch Fehlen einer Kontrollgruppe, sowie der hohen

Anzahl positiver Befunde in den zugrundeliegenden Vierfeldertafeln ist der Test anfällig für abweichende Befunde. Die Häufigkeit des Röntgenbefundes Sklerosierung ist jedoch nicht abweichend von der Literatur. Meyer-Lindenberg et al. (2003) diagnostizierten in 100% erkrankten Ellbogen eine vermehrte Sklerosierung.

Die Kappa-Koeffizienten als Maß für den Zusammenhang zeigen nur schwache bis leichte Übereinstimmungen. Auch hier wären zum Erreichen höherer Werte höhere Fallzahlen und eine Kontrollgruppe (wenn möglich) nötig. Vergleicht man die Zusammenhänge beider Untersucher, so zeigen die Röntgenmerkmale Sklerose, verminderte Abgrenzbarkeit und verminderte Dichte und deren Kombinationen die stärksten Zusammenhänge. Diese Merkmale scheinen am besten für die radiologische Diagnostik der Koronoiderkrankung geeignet zu sein. Wie bei dem exakten Test nach Fischer und dem Symmetrietest nach McNemar erreichen das Merkmal short radius und dessen Kombinationen die schlechtesten Kappa-Werte. Die Diagnose eines short radius in der durchgeführten Form scheint am schlechtesten zur Erkennung einer Koronoiderkrankung geeignet.

Der exakte Wilcoxon-Mann-Whitney-Test ist für alle Vergleiche mit Untersucher 1 signifikant. Die klinische Aussage, dass bei Vorliegen der Röntgenmerkmale eine stärkere Ausprägung einer Koronoiderkrankung vorliegt, kann getroffen werden. Die Aussage jedoch, ob beim Vorliegen von mehreren Röntgenmerkmalen *gleichzeitig* die Ausprägung der Erkrankung stärker ist, als bei Vorliegen nur eines Merkmals, kann mit diesem Test nicht getroffen werden. Auswertungen diesbezüglich folgen später.

Der verallgemeinerte exakte Test nach Fisher für 2 x k-Tafeln liefert bis auf wenige Ausnahmen keine signifikanten Werte, d.h. keine Verschiebung der Verteilung bei Vorliegen eines Röntgenbefundes. Die Bewertung dieser Ausnahmen kann nicht abschließend geklärt werden. Mathematische Beweise können nur durch weitere Untersuchungen und höhere Fallzahlen geliefert werden. Da jedoch die Röntgenmerkmale in anderen Untersucher-Kombinationen keine Tendenzen für eine Signifikanz zeigen, handelt es sich wahrscheinlich um falsch positive Signifikanzen. Unter dieser Voraussetzung kann man sagen, dass es keinen Zusammenhang zwischen Röntgenbefund und Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) gibt. Dies wird bereits von Schleich (1997) festgestellt. Bedenkt man die von Schawalder beschriebenen Verläufe der Frakturlinien und das zweidimensionale Röntgenbild, so erscheint dies logisch. Eine Ausnahme könnten dislozierte Fragmente nach Schawalder Typ I bilden, die man theoretisch im Röntgenbild sehen kann. Da hier jedoch keine Fragmente radiologisch gefunden werden, kann diesbezüglich keine mathematische oder klinisch begründete Aussage getroffen werden.

### Vergleich zwischen unerfahrenem Röntgenuntersucher (U2) mit der Arthroskopie

Die Ergebnisse dieser Vergleiche unterscheiden sich deutlich von den vorher beschriebenen Vergleichen mit Untersucher 1, was bei den bereits beschriebenen Interobserververgleichen der untersuchten Variablen zu erwarten ist. Dies kann zum einen daran liegen, dass die Methode des Röntgens zur Diagnostik der Koronoiderkrankung nicht geeignet und somit die Bestimmung der Röntgenmerkmale eher zufällig ist, entgegen der Meinung vieler Veröffentlichungen (Vgl. Kapitel 2.3.5). Der andere mögliche Grund, dass der unerfahrene Röntgenbesucher Fehler in der Interpretation gemacht hat, erscheint jedoch wahrscheinlicher, wenn auch nicht mathematisch aus dieser Studie belegbar. Die radiologische Diagnostik der Koronoiderkrankung wird in der Literatur als schwierig bezeichnet (Fitzpatrick et al., 2009a). Erfahrung spielt bei der Beurteilung der hier untersuchten, meist subjektiven Merkmale eine große Rolle.

Für den Test auf Unabhängigkeit (exakter Test nach Fisher) können keine signifikanten Werte erreicht werden. Es gibt also keine Hinweise auf Abhängigkeit zwischen Röntgenmerkmalen und arthroskopischem Vorliegen einer Koronoiderkrankung. Der Test auf Symmetrie nach McNemar zeigt Signifikanzen v.a. bei dem Merkmal „short radius“ und bei dessen Kombinationen mit diesem Merkmal. Dies ist genau entgegen der Ergebnisse, die im Vergleich mit dem erfahrenen Röntgenuntersucher erzielt werden. Auch dies ist unwahrscheinlich, da die Stufenbildung im Ellbogengelenk sehr schwierig zu diagnostizieren ist und leicht durch die Lagerung beeinflusst werden kann (Wind, 1986; Murphy et al., 1998; Brunnberg et al., 1999; Hornof et al., 2000; Mason et al., 2002; Schulz & Krotscheck, 2003; Samoy et al., 2006; Cook & Cook, 2009). Die Kappa-Koeffizienten liegen mit wenigen Ausnahmen unter 0,1, also im Bereich des Zufalls. Es kann hier also nicht von Zusammenhängen zwischen Röntgen und Arthroskopie gesprochen werden.

Der exakte Wilcoxon-Mann-Whithney-Test liefert, im Gegensatz zu den eindeutigen Ergebnissen beim erfahrenen Röntgenauswerter, keine Ergebnisse, die darauf schließen lassen, dass bei Vorliegen des entsprechenden Röntgenmerkmals eine stärkere Ausprägung der Koronoiderkrankung vorliegt. Ausnahme bilden hier die Röntgenmerkmale „Vorliegen einer Aufhellungslinie“ und „Vorliegen eines Fragmentes“ bei denen im Vergleich Untersucher 2 mit Untersucher 3 signifikante Werte vorliegen. Über die Belastbarkeit dieser Röntgenbefunde ist bereits ausreichend geschrieben worden. Die oben genannte Schlussfolgerung kann für die Röntgenmerkmale der Aufhellungslinie und des Fragmentes sinnvollerweise nicht geschlossen werden.

Die Vergleiche mit dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder liefern vergleichbare Ergebnisse wie bei Untersucher 1, jedoch ist deren Zustandekommen fraglich.

Die Ergebnisse der Vergleiche zwischen Röntgenuntersucher unerfahren und der Arthroskopie sollten aus den genannten Gründen nicht interpretiert werden, da sie auf fehlerhaften Befunden gründen können. Dies muss jedoch in weiteren Untersuchungen überprüft werden.

#### 5.4.2 Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman

Trotz deutlich besserer Interobserver-Vergleiche für die Variablen ED-Score und den Osteophytenscore liegen dennoch deutliche Unterschiede der Rangkorrelationskoeffizienten in den Vergleichen zwischen Untersucher 1 und 2 vor. Obwohl gemeinsame Tendenzen erkennbar sind, werden die Ergebnisse mit Untersucher 2 aus den bereits in den vorherigen Kapiteln genannten Gründen nicht ausführlich diskutiert.

Im Vergleich der Röntgenmaßzahlen, die durch die Arthrosen beeinflusst werden (Osteophytenscore, ED-Score), mit den arthroskopischen Arthrosebefunden gibt es eine mittlere Korrelation mit der Anzahl der Stellen der Knorpelerosionen. Der Rangkorrelationskoeffizient liegt zwischen 0,51 und 0,58. In der Praxis heißt dies, je höher der in dieser Arbeit definierte Osteophytenscore und der ED-Score sind, desto mehr Stellen zeigen Knorpelerosionen in der Gelenkspiegelung. Die hier vorliegenden Werte für den Rangkorrelationskoeffizient liegen über denen bei Fitzpatrick und Mitarbeitern (2009a), die im Vergleich von Knorpelschäden auf dem Processus coronoideus bzw. der Trochlea mit einem Osteophytenscore bzw. Messung von Osteophyten auf dem Processus anconaeus Werte von 0,33 bis 0,45 erreichen. Sie interpretieren die Rangkorrelationskoeffizientenwerte als schwach bis mittelgradig. Der Osteophytenscore ist in dieser Studie in 0, 1 (Osteophyten bis 2mm), 2 (Osteophyten 2-5mm) und 3 (größer 5mm) eingeteilt. Moores und Mitarbeiter (2008) finden beim Vergleich von Osteophytenscores im CT mit Knorpelerosionen in der Arthroskopie in den medialen Gelenkanteilen (Processus coronoideus medialis, Trochlea humeri, distaler Teil der Incisura trochlearis) Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman zwischen 0,36 und 0,48, die sie als „moderate“ bezeichnen. Die lateralen Gelenkanteile (Processus coronoideus lateralis, Capitulum humeri und Radiuskopf) zeigen keine Korrelation.

Im Gegensatz dazu zeigen die Arthroskopiebefunde „Arthrotische Veränderungen“ und „Synovialitis“ schwache Korrelationen, die sogar teilweise unwahrscheinlicher als der Zufall

sind. Ursachen hierfür können zum einen darin liegen, dass, entgegen dem gerade beschriebenen Befund, tatsächlich keine Korrelationen vorliegen oder aber, dass die schlechte Korrelation in der Subjektivität der Merkmale bedingt ist. Beide Merkmale zeigen schlechte Ergebnisse im Interobserver-Vergleich.

Ein Punkt, der die Zusammenhänge zwischen Röntgen und Arthroskopie bei der Bewertung von arthrotischen Gelenkveränderungen verfälschen könnte, ist der Abstand zwischen der Erstellung der Röntgenaufnahmen. In dieser Studie dürfen per Definition maximal 60 Tage dazwischen liegen. Tatsächlich sind es höchstens 40 Tage. In dieser Zeit kann es jedoch schon zu Veränderungen im Gelenk mit wahrscheinlich Fortschreiten der arthroskopisch sichtbaren Knorpelzerstörung kommen. Ein kürzerer Abstand, wie z.B. bei Moores et al. (2008) von maximal sieben Tagen, könnte diese Fehler begrenzen.

Sowohl die Röntgenvariable „ED-Score“, als auch die Variable „Anzahl der der vorliegenden Röntgenmerkmale“ haben direkten Bezug auf die Koronoiderkrankung und beschreiben nicht nur den Grad der Arthrose im Allgemeinen. Im Vergleich der beiden Merkmale mit der arthroskopisch sichtbaren Ausprägung der Erkrankung (Pcm-Zustand) und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder zeigt sich für Ausprägung der Koronoiderkrankung eine mittlere bis gute Korrelation, für die Frakturlinie jedoch eine schlechte. Dies bedeutet, dass mit den Mitteln des ED-Scores und über die Anzahl gleichzeitig auftretender Röntgenbefunde, die für eine Koronoiderkrankung sprechen, keine Aussage über den vermutlichen Frakturlinienverlauf zu treffen ist. Dies unterstützt die diesbezüglich getroffenen Aussagen von Kapitel 5.4.1 und die Ergebnisse von Schleich (1997). Sehr wohl lässt sich aber sagen, dass bei einem hohen ED-Score und beim gemeinsamen Vorliegen vieler Röntgenmerkmale eine stärkere Ausprägung der Erkrankung wahrscheinlicher ist. Die Wahrscheinlichkeit für ein freies Fragment gegenüber einer avitalen Spitze in der Arthroskopie nimmt zu. Ähnliche Untersuchungen liegen in der Literatur nicht vor.

Ein Vergleich des Osteophytenscores mit den beiden beschriebenen Merkmalen in der Arthroskopie wird nicht vorgenommen, da bereits vorliegende Untersuchungen zeigen, dass vom Grad der Arthrose nicht auf die Ausprägung der Erkrankung geschlossen werden kann (van Bree & Van Ryssen, 1995). Zumal Ursachen für eine Arthrose auch in anderen Pathologien des Ellbogens außer der Koronoiderkrankung liegen können.

Neben der retrospektiven Studie von Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009a) gibt es keine, dem Autor bekannte, Veröffentlichungen für den Vergleich von Röntgen und Arthroskopie, die

sich alleinig auf die Koronoiderkrankung beziehen. Weitere prospektive Studien sind notwendig.

#### 5.4.3 Logistische Regression

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens einer Koronoiderkrankung (dichotomes Merkmal) bei unterschiedlichen Werten für die, wie bereits beschrieben „koronoiderkrankungsspezifischen“, Merkmale „ED-Score“ und „Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale“ zu bestimmen. Schleich (1997) beispielweise gibt an, dass sich der Verdacht eines fragmentierten Processus coronoideus im Röntgen „bei Kombination der Röntgenbefunde „Sklerose im Bereich des Pclat. (Processus coronoideus lateralis) und Inkongruenz zwischen Humerus, Radiuskopf und Pcmcd.“ (Processus coronoideus medialis) oder „Konturveränderungen am Pcmcd.“ oder aber bei primären Nachweis“ in 95,9% der Fälle intraoperativ bestätigt.

Diese Untersuchung sollte dem Praktiker, der keine Möglichkeit für weitere bildgebende Diagnostik, wie z.B einer CT-Untersuchung, hat, eine Entscheidungshilfe für oder gegen eine invasive Operation geben. Da jedoch kein statistisch signifikanter Zusammenhang belegt werden konnte, ist dies leider nicht möglich. Anzumerken ist, dass bei Schleich (1997) ein solcher Statistiktest nicht durchgeführt wird.

Mathematische Gründe dafür, dass keine signifikanten Ergebnisse erreicht werden können, sind vor allem im Fehlen einer Kontrollgruppe zu suchen.

### **5.5 Mathematische Bewertung**

Wie bereits bei vielen der im speziellen besprochenen Punkte erwähnt, liegt ein Problem der mathematischen Auswertung und des Studiendesigns in dem Fehlen einer Kontrollgruppe. Dies ist jedoch auch den klinischen Studien der Vergleichsliteratur der Fall (Read et al., 1990; Moores et al., 2008; Draffan et al., 2009; Fitzpatrick et al., 2009a). Im Hinblick auf das Tierschutzgesetz und die ethischen Grundsätze unseres Berufes ist es aber selbstverständlich, dass ein medizinisch nicht indizierter Eingriff am Patienten nicht durchgeführt werden darf. Eine Möglichkeit eine Kontrollgruppe zu schaffen wäre es, Gelenke, die verdächtig, jedoch in den radiologischen und arthroskopischen Untersuchung unauffällig sind, in die Studie mit aufzunehmen. Zum einen stellt sich dann aber die Frage, warum die Gelenke verdächtig sind und sie den Untersuchungen unterzogen werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass diese Gelenke falsch negativ diagnostiziert werden (Moores et al., 2008). Über die

Problematik radiologisch unauffälliger, aber dennoch erkrankter Gelenke wird in Kapitel 5.2.9 ausführlich gesprochen. Durch das Fehlen einer Kontrollgruppe können ferner Auswertungen kritischer durchgeführt sein, da der Untersucher um den Verdacht auf die Erkrankung weiss und daher selten ein Gelenk als unauffällig befunden wird.

Einige der Untersuchungspunkte hätten bei höherer Fallzahl eventuell ein Signifikanzniveau erreicht. Auch die Interobserver-Auswertungen wären möglicherweise besser ausgefallen. In diese Studie sind, wie bereits in Kapitel 3.2 erwähnt, nur Gelenke aufgenommen, die keine Voroperationen oder zusätzlich noch eine andere Erkrankung aufweisen, was die Anzahl der Gelenke in dieser Untersuchung verringert. Dies ist aber wichtig, um Aussagen über die Koronoiderkrankung im Speziellen treffen zu können und wird nur in wenigen Studien ebenfalls so gehandhabt (Fitzpatrick et al., 2009a). Eine weitere Ursache der Limitierung der Anzahl ist die Tatsache, dass die Studie aufgrund des Ausscheidens des erfahrenen Arthroskopie-Untersuchers beendet werden musste.

Interobserver-Untersuchungen werden nur in wenigen Veröffentlichungen durchgeführt (z.B. bei Wosar et al. 1999). Die hier durchgeführten Vergleiche zwischen den Untersuchern relativieren vor allem im Bereich des Röntgens die gewonnenen Ergebnisse und müssen hinterfragt werden. Weitere Studien diesbezüglich sind notwendig.

## **6. Zusammenfassung**

In der vorliegenden Studie werden 54 Ellbogen von 34 Hunden untersucht. Die häufigsten Rassen sind Berner Sennenhund, Labrador Retriever und Rottweiler. Die Tiere sind im Median 23 Monate alt, mit einem durchschnittlichen Gewicht von 36 kg.

Zur Röntgenuntersuchung werden Aufnahmen in 2 Ebenen von jedem Ellbogen in hoher Qualität angefertigt. Zur Auswertung kommen je ein Röntgenbild im mediolateral gestreckten Strahlengang und eine anterioposteriore Aufnahme. Alle Röntgenaufnahmen werden von einem erfahrenen Radiologen und von einem Untersucher mit wenig Berufserfahrung ohne Kenntnis der arthroskopischen Befunde befundet. Die anschließende Untersuchung der Übereinstimmung in einzelnen Bewertungspunkten mittels Kappa-Koeffizient und Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman bringt mit wenigen Ausnahmen nur schwache bis mittlere Übereinstimmungen. Die Bewertung der osteophytären Zubildungen auf dem Processus anconaeus (Rangkorrelationskoeffizient 0,74), der osteophytären Zubildungen an der Trochlea humeri (0,63), eines definierten Osteophytenscores (0,63) und des ED-Scores nach Lang (1998) (0,58) zeigen die größte Übereinstimmung. Andere wichtige Merkmale, wie eine vermehrte Sklerosierung, eine verminderte Abgrenzbarkeit oder Dichte des Koronoids zeigen mit Kappa-Werten von -0,056 bis 0,24 nur eine schwache bis leichte Übereinstimmung. Auch wenn dies mit dem Design dieser Studie nicht eindeutig nachgewiesen werden kann, so liegen Fehlbewertungen des unerfahrenen Röntgenuntersuchers nahe, da beispielweise Fragmente, die von diesem Untersucher im Röntgen gesehen werden, von keinem der beiden Arthroskopieauswerter intraoperativ bestätigt werden können. Die Erfahrung des Auswerter der Röntgenbilder ist demnach als extrem wichtig einzustufen.

Die Auswertung der Arthroskopie erfolgt mittels Video- und Fotodokumentation. Beiden Arthroskopieuntersuchern werden prae- und postoperative Übersichtsvideos ohne Kenntnis der Röntgenbefunde zur Verfügung gestellt. Folgende Gelenkanteile werden dargestellt: Gelenkfläche des Processus anconaeus, Incisura trochlearis, ggf. Processus coronoideus lateralis, Gelenkfläche Radius, Processus coronoideus medialis, mediales Seitenband, Trochlea humeri. Die Übereinstimmung beider Untersucher, die ebenfalls mit Kappa-Koeffizient und Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman untersucht wird, ist bei den meisten Merkmalen als mittel bis gut zu interpretieren. Die Methode erscheint geeignet. Die subjektiven Merkmale zur Bewertung einer evtl. vorliegenden Stufe und des Grades der arthrotischen Veränderungen im Allgemeinen zeigen mit Kappa-Werten von 0,058 und -0,038



eine schwache Übereinstimmung, was aber eher an der subjektiven Einteilung, als an der Methode der Dokumentation liegt. Weiterhin ist noch anzumerken, dass die Bewertung von Knorpelschäden an Radiuskopf, Incisura trochlearis und Koronoid mit Werten für Kappa-Koeffizient und Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zwischen 0,11 und 0,31 deutlich schlechter als andere Merkmale abschneidet. Hier ist das Fehlen eines Palpationsbefundes in der Videodokumentation als Ursache möglich. Des Weiteren wäre das Filmen der Palpation für die Differenzierung von Fragment und Fissur in einzelnen Fällen sinnvoll. Die schlechte Übereinstimmung beim Frakturlinienverlauf nach der Einteilung nach Schawalder (1990) kann sich dadurch erklären, dass bei der postoperativen Dokumentation die Ausprägung der Läsion incl. dem Verlauf der Frakturkante aus chirurgischen Gründen größer ist, als die der eigentlich veränderten Anteile. Eine unterschiedliche Gewichtung des praeoperativen Videos gegenüber dem postoperativen durch die Untersucher kann hier zu Unterschieden führen.

Aufgrund der verschiedenen Erscheinungsformen der Erkrankung in der Arthroskopie (avitaler, weicher Knochen – Fissur – Fragment (nicht disloziert) – freies Fragment (disloziert)) erscheint der Begriff „Koronoiderkrankung“ besser geeignet als die Bezeichnung Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae.

Der Vergleich zwischen Röntgen und der Arthroskopie wird über Kreuz durchgeführt, d.h. Röntgenuntersucher 1 wird mit beiden Arthroskopieuntersuchern verglichen. Gleiches gilt für Röntgenuntersucher 2. Die Interpretation der Vergleiche mit Röntgenuntersucher 2 wird jedoch nicht durchgeführt, da Fehlbewertungen wahrscheinlich sind.

Im ersten Teil der Vergleiche wird das Auftreten der einzelnen Röntgenmerkmale (Osteophytäre Zubildungen, Short radius, vermehrte Sklerosierung, verminderte Dichte Koronoid, verminderte Abgrenzbarkeit Koronoid, Vorliegen Aufhellungslinie, Vorliegen Fragment) bzw. Kombinationen der Merkmale mit dem Vorliegen einer Koronoiderkrankung in der Arthroskopie, der Ausprägung der Erkrankung und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) verglichen. Auch wenn beim Vergleich der Röntgenmerkmale mit dem Vorliegen Koronoiderkrankung in vielen Fällen die Unabhängigkeit mit dem exakten Test nach Fisher nicht widerlegt werden kann, was wahrscheinlich im Studiendesign begründet ist, so ist (mit Ausnahme des Merkmals „Short radius“ und dessen Kombinationen) bei Vorliegen des Röntgenmerkmals das Vorhandensein der Erkrankung laut des Tests auf Symmetrie nach McNemar wahrscheinlicher. Die Merkmale „vermehrte Sklerosierung“, „verminderte Dichte“ und „verminderte Abgrenzbarkeit“ des Koronoids zeigen mit Kappa-Werten von 0,25-0,35 die beste Korrelation. Desweiteren ist bei Vorliegen jedes einzelnen Merkmals, bzw. Kombination laut Wilcoxon-Mann-Whitney-Test die Ausprägung der

Koronoiderkrankung stärker, als wenn es nicht vorliegt. Ein Zusammenhang zwischen dem Vorliegen von Röntgenmerkmalen und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder kann nicht gezeigt werden, was bei Darstellung eines dreidimensionalen Gelenkes und Frakturlinien auf einem zweidimensionalen Röntgenbild auch nicht zu erwarten ist. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten des Tests von Fisher für 2 x k-Tafeln zeigen mit wenigen Ausnahmen keine signifikanten Werte.

Im zweiten Teil des Vergleiches Röntgen-Arthroskopie werden die Röntgenwerte „Osteophytenscore“, „ED-Score“ und „Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale“ mit den Arthroskopievariablen „Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen“, „Arthrotische Veränderungen“, Grad der „Synovialitis“, dem Ausprägungsgrad der Erkrankung und dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder mittels Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman verglichen. Der Vergleich zwischen Osteophytenscore und der Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen zeigt für den erfahrenen Röntgenuntersucher eine mittlere Korrelation mit Werten von 0,57 und 0,58. Bei den Vergleichen des ED-Scores mit der Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen (0,51 / 0,53) und dem Ausprägungsgrad der Erkrankung (0,52 / 0,61) ergeben sich ebenfalls eine mittlere Korrelationen. Vergleicht man die Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale, die für eine Koronoiderkrankung sprechen, mit der Erkrankungsausprägung, so kann man auch hier eine mittlere Korrelation feststellen (Werte Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman 0,49 und 0,60). Die Korrelationen der Röntgenvariablen mit den subjektiven Merkmalen der arthrotischen Veränderungen und der Synovialitis sind, begründet wahrscheinlich in der Subjektivität, schlecht. Eine Rückschluß auf den Verlauf der Frakturlinie anhand der Werte es ED-Scores oder der Anzahl der vorliegenden Röntgenmerkmale ist nicht möglich.

Im dritten Teil der Vergleichuntersuchung wird eine logistische Regression zwischen den Röntgenmerkmale ED-Score und Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale und der Arthroskopievariable des Vorliegens einer Koronoiderkrankung durchgeführt. Jedoch kann in keinem Fall ein statistisch nachweisbarer Zusammenhang belegt werden. Somit kann auch keine Aussage getroffen werden, bei welchem Wert der Röntgenvariablen mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Koronoiderkrankung vorliegt, was gerade bei der Entscheidungsfindung für ein weiteres chirurgisches Vorgehen hilfreich wäre.

Schließlich muss noch bemerkt werden, dass die mathematischen Auswertungen durch das Fehlen einer Kontrollgruppe erschwert werden. Das Einführen einer solchen Kontrollgruppe ist allerdings bei einer invasiven Untersuchungsmethode, wie der Arthroskopie, für gesunde

Tiere mit dem Tierschutz nicht vereinbar. Eine höhere Fallzahl wäre ebenfalls wünschenswert.

## **7. Summary**

In the following study 54 elbows of 34 dogs were examined. Breeds which appeared most are Bernese Mountain Dogs, Labrador Retrievers and Rottweilers. The median age is 23 months, with an average weight of 36 kg.

High quality radiographs are taken in two planes of each elbow, one in neutral mediolateral, one in craniocaudal positioning. All X-rays are judged by an experienced radiologist and by an examiner with little veterinary experience. Judgement is made without knowledge of the arthroscopic results. Interobserver consensus is calculated using the Kappa-coefficient and Spearman's rank correlation coefficient. Both coefficients only show a weak to moderate level of agreement. The rating of osteophytes on the anconeal process (Spearman's rank correlation coefficient = 0.74), of osteophytes at the trochlea humeri (0.63), of a defined osteophyte-score (0.63) and the ED-Score from Lang (1998) (0.58) show the highest level of agreement. Other important characteristics like increased sklerosis, decreased outline or density of the medial coronoid process show a Kappa-coefficient -0.056 to 0.24, which has to be interpreted as a weak to slight level of consensus. Although it cannot be said clearly because of the study design, wrong interpretations by the inexperienced radiologist are likely. For example, fragments which are seen by the inexperienced radiologist on the X-rays cannot be found in arthroscopy by both examiners. Experience is extremely important for judging radiographs in the case of medial coronoid disease.

The evaluation of the arthroscopy is done via video or photographic documentation. Videos made pre- and post-surgery are given to both investigators of the arthroscopy (experienced and inexperienced) without knowledge of the radiographic findings. Following parts of the joints are shown: joint surface of the anconael process, incisura trochlearis, lateral coronoid process, joint surface of the radius, medial coronoid process, medial collateral ligament, and trochlea humeri. The consensus of both examiners, also calculated with Kappa-coefficient and Spearman's rank correlation coefficient, is moderate to good for most criteria. The method seems to be suitable. Characteristics which are subjective to judge like an intraarticular step or the degree of arthrotical changes in general only show a weak level of consensus with Kappa-coefficients of 0.058 and -0.038. This is most likely due to the subjective classification than a problem concerning the method of documentation. Further, it must be noted that the judgement of cartilage damage on the radial head, the incisura trochlearis and the medial coronoid process show a lower level of agreement than the other variables. The values for Kappa-coefficient and Spearman's rank correlation coefficient are from 0.11 to 0.31. The

reason might be the lack of palpation findings in the videodocumentation. Filming of the palpation during surgery can improve the situation, which is also helpful to determine whether a fragment or a fissure. The low level of agreement concerning the course of fracture line based on the classification of Schawaldner (1990) could be due to the fact that the appearance of the lesion can change during surgery since the surgeon has to make smooth edges. The judgement might differ depending on whether the video pre- or post-surgery is used.

Due to the different forms of appearance of the disease (avital, dead bone – fissure – fragment (not dislocated) – free fragment (dislocated)) the term “coronoid disease” seems to be more appropriate than the term fragmented coronoid process.

The comparison between radiology and arthroscopy is made crosswise. That means that radiological examiner 1 is compared with both arthroscopical investigators. The same is done for radiological examiner 2. An interpretation of the comparisons with radiological examiner 2 is not made due to mistakes he assumedly made as discussed above.

In the first part of the comparison, the appearance of single radiological criteria (osteophytes, short radius, increased sclerosis, decreased density of the coronoid, decreased outline of the coronoid, existence of a line of radiographic lucency, existence of a fragment) or a combination of criteria is compared to the existence of a medial coronoid disease in arthroscopy, the occurrence of the disease and the course of fracture line according to Schawaldner (1990). The Fisher's exact test does not show a level of significance in many cases of the comparison between the radiological variables and the appearance of the disease and so independence cannot be outlined. This is probably due to the study design. Although Fisher's exact test does not show a level of significance, the arthroscopic occurrence of the disease is more likely when the radiological criterion is present (except the variable short radius) compared to the case without radiological changes. Calculations are made with the McNemar test. The criteria increased sclerosis, decreased density of the coronoid, decreased outline of the coronoid show, with values of the Kappa-coefficient from 0.25-0.35, the best correlation between radiological signs and appearance of the disease. If radiological signs or combination of signs is found in the X-rays, the degree of medial coronoid disease is stronger than without the appearance of radiological changes (Wilcoxon-Mann-Whitney-test). A relation between radiological signs and the course of fracture line according to Schawaldner (1990) cannot be shown. This was not expected because a three-dimensional joint and fracture lines cannot be shown in a two-dimensional radiological picture. Nearly all p-values of the Fisher's test for 2xk tables show no significance.

In the second part of the comparison X-ray – arthroscopy, that is the radiological measurements “osteophyt-score“, “ED-Score“ and “number of simultaneously appearing radiological signs“ are compared with the arthroscopy measurements, “number of areas with cartilage erosions“, „arthrotical changes“, degree of „synovialitis“, degree of the disease and the course of the fracture line according to Schawwalder using Spearman`s rank correlation coefficient. The comparison between osteophyt-score and the number of areas with cartilage erosions shows a moderate correlation for the experienced radiological examiner with values of 0.57 and 0.58. A moderate correlation can also be found in the comparison of the ED-Score with the number of areas with cartilage erosions (0.51 / 0.53) and the degree of the disease (0.52 / 0.61). Comparing the number of simultaneously appearing radiological signs with the degree of the disease a moderate correlation can be found as well (values Spearman`s rank correlation coefficient 0.49 and 0.60). Correlations with the subjective variables “arthrotical changes“, degree of “synovialitis“ are weak due to the subjectivity. A statistical inference from ED-Score or number of simultaneously appearing radiological signs to the course of the fracture line in arthroscopy cannot be made.

In part three of the comparison, a logistic regression is made between the radiological criteria “ED-Score“ and “number of simultaneously appearing radiological signs” and the arthroscopical existence of the disease. In none of the cases can a statistically significant correlation be documented. Therefore, a statement at which value of the X-ray variables a medial coronoid process disease will appear with which probability cannot be given. This would have been a good assistance for deciding the next steps in diagnostic or surgical procedures in affected dogs.

Finally has to be said that the mathematical examinations are complicated by the lack of a control group. A control group simply cannot be established for an invasive procedure like the arthroscopy for ethical reasons. A higher number of cases would also have been desirable.

## **8. Literaturverzeichnis**

### **Ackermann H. (2003)**

BiAS für Windows, Biometrische Analyse von Stichproben, Version 8.2.  
*Epsilon-Verlag, Hochheim-Darmstadt*

### **Anderson S.M., Lippincott C.L., Schulman A.J. (1989)**

Longitudinal myotomy of the flexor carpi radialis: A new approach to the medial aspect of the elbow  
*J-Am-Anim-Hosp-Assoc. 1989 Sep/Oct; 25: 499-503*

### **Bardet J.F. (1997a)**

Arthroscopy of the elbow in dogs - Part I: The normal arthroscopic anatomy using the craniolateral portal  
*Vet-Comp-Orthop-Traumatol. 1997; 10: 1-5*

### **Bardet J.F. (1997b)**

Arthroscopy of the elbow in dogs - Part II: The cranial portals in the diagnosis and treatment of the lesions of the coronoid process  
*Vet-Comp-Orthop-Traumatol. 1997; 10: 60-66*

### **Bardet J.F. (2000)**

Arthroscopy of the elbow in clinically normal dogs using the caudal portals  
*Vet-Comp-Orthop-Traumatol. 2000; 13: 87-91*

### **Bardet J.-F., Bureau S. (1996)**

La fragmentation du processus coronoïde chez le chien  
*Pract-Med-Chir-Anim-Comp. 1996; 31: 451-463*

### **Barr A.R.S.; Denny H.R. (1985)**

The management of elbow instability caused by premature closure of the distal radial growth plate in dogs  
*J-Small-Anim-Pract. 1985; 26: 427-435*

**Beale B.S., Hulse D.A., Schulz K.S., Whitney W.O. (2003b)**

Arthroscopically assisted surgery of the elbow joint; S.: 51-79

*In: Small animal arthroscopy; Beale B.S., Hulse D.A., Schulz K.S., Whitney W.O.;  
Saunders - Elsevier; Philadelphia*

**Behrends I. (1996)**

Arthroskopische Untersuchung des Knie-, Schulter- und Ellbogengelenkes des Hundes  
*Vet-Med-Diss., TiHo Hannover*

**Bennett D., Duff S.R.I., Kene R.O., Lee R. (1981)**

Osteochondrosis dissecans and fragmentation of the coronoid process in the elbow joint  
of the dog

*Vet-Rec. 1981; 109: 329-336*

**Berry C.R. (1992)**

Evaluation of the canine elbow for fragmented medial coronoid process

*Vet-Rad+Ultrasound. 1992; 33: 273-276*

**Berzon J.L. (1979)**

Osteochondrosis dissecans in the dog: Diagnosis and therapy

*J-Am-Vet-Med-Assoc. 1979 Oct 15; 175(8): 796-799*

**Berzon J.L. (1983)**

Diagnosis and surgical management of Osteochondritis dissecans of the elbow joint

*Continuing-Education Apr 1983; 5(4): 285-288*

**Berzon J.L., Quick C.B. (1980)**

Fragmented coronoid process: Anatomical, clinical and radiographic considerations with  
case analysis

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc. 1980 Mar/Apr; 16: 241-251*



**Beuing R., Jansen N., Wurster H., Schmied O., Flückinger M. (2005)**

Untersuchungen zur züchterischen Bedeutung der Ellbogendysplasie beim BSH in Deutschland

*Schweiz-Arch-Tierheilk.* 2005; 147(11): 491-497

**Beuing R., Mues C., Tellhelm B., Erhardt G. (2000)**

Prevalence and inheritance of canine elbow dysplasia in German Rottweiler

*J-Anim-Breed-Genet.* 2000; 117: 375-383

**Böttcher P., Werner H., Ludewig E., Grevel V., Oechtering G. (2009)**

Visual estimation of radioulnar incongruence in dogs using three-dimensional image rendering: An in vitro study based on computed tomographic imaging

*Vet-Surg.* 2009; 38: 161-168

**Bouck G.R., Miller C.W., Taves C.L. (1995)**

A comparison of surgical and medical treatment of fragmented coronoid process and osteochondrosis dissecans of the canine elbow

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 1995; 8: 177-183

**Boudrieau R.J., Hohn R.B., Bardet J.F. (1983)**

Osteochondrosis dissecans of the elbow in the dog

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1983 Sept/Oct; 19: 627-635

**Boulay J.P. (1998)**

Fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog

*Vet-Clin-North-Am-Small-Anim Pract.* 1998; 28(1): 51-74

**Braden T.D., Stickle R.L., Dejardin L.M., Mostosky U.V. (1994)**

The use of computed tomography in fragmented coronoid disease: A case report

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 1994; 7: 40-44

**Breit S., Künzel W., Seiler S. (2005)**

Postnatal modelling of the humeroantibrachial contact areas of radius and ulna in dogs

*Anat-Histol-Embryol.* 2005; 34: 258-264

**Brunnberg L., Allgoewer I. (1996)**

Age-related results of the treatment of elbow dysplasia (FCP) in the Bernese Mountain Dog

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 1996; 9: 65-66

**Brunnberg L., Smith J.G., Hannon R.L., Gebiski V., Cullis-Hill D. (2007)**

Eine Vergleichsstudie über Pentosanpolysulfat und Carprofen über die klinischen Symptome Schmerz und Lahmheit bei Osteoarthritis

*Kleintierprax.* 2007; 52(3): 133-142

**Brunnberg L., Viehmann B., Waibl H. (1999)**

Computergestützte Auswertung von Röntgenbildern zur Erfassung von Parametern der Ellbogendysplasie - Teil 2: Stufenbildungen im Gelenk

*Kleintierprax.* 1999; 44: 637-646

**Bubenik L.J., Johnson S.A., Smith M.M., Howard R.D., Broadstone R.V. (2002)**

Evaluation of lameness associated with arthroscopy and arthrotomy of the normal canine cubital joint

*Vet-Surg.* 2002; 31: 23-31

**Budras K.-D., Fricke W., Richter R. (2007)**

Schultergliedmaße; S.: 16-27

*In: Atlas der Anatomie des Hundes; Budras K.D., Fricke W., Richter R.; Schlütersche; Hannover*

**Burton N.J., Comerford E.J., Bailey M., Pead M.J., Owen M.R. (2007)**

Digital analysis of ulnar trochlear notch sclerosis in Labrador retrievers

*J-Small-Anim-Pract.* 2007; 48: 220-224

**Canapp S., Acciani D., Hulse D., Schulz K., Canapp D. (2009)**

Rehabilitation therapy for elbow disorders in dogs

*Vet-Surg.* 2009; 38: 301-307

**Capaldo F., Kapatkin A., Gilley R. (2005)**

Diagnostik and surgical applications of arthroscopy in dogs: general applications and forelimb joint diseases

*Compendium Aug. 2005; 27(8): 580-594*

**Carpenter L.G., Schwarz P.D., Lowry J.E., Park R.D., Steyn P.F. (1993)**

Comparison of radiologic imaging techniques for diagnosis of fragmented medial coronoid process of the cubital joint in dogs

*J-Am-Vet-Med-Assoc. 1993 Jul 1; 203(1): 78-83*

**Constantinescu G.M., Constantinescu I.A. (2009)**

A clinically oriented comprehensive pictorial review of canine elbow anatomy

*Vet-Surg. 2009; 38: 135-143*

**Conzemius M. (2009)**

Nonconstrained elbow replacement in dogs

*Vet-Surg. 2009; 38: 279-284*

**Cook C.R., Cook J.L. (2009)**

Diagnostic imaging of the canine elbow dysplasia: a review

*Vet-Surg. 2009; 38: 144-153*

**Danielson K.C., Fitzpatrick N., Muir P., Manley P.A. (2006)**

Histomorphometry of fragmented medial coronoid process in dogs: A comparison of affected and normal coronoid process

*Vet-Surg. 2006; 35: 501-509*

**De Rycke L.M., Gielen I.M., van Bree H., Simoens P.J. (2002)**

Computed tomography of the elbow joint in clinically normal dogs

*Am-J-Vet-Res. 2002 Aug; 63(10): 1400-1407*

**Denny H.R. (1980)**

Die chirurgische Behandlung der Osteochondrosis dissecans und des losen Processus coronoideus ulnae im Ellbogengelenk des Hundes

*Kleintierprax.* 1980; 25: 343-348

**Denny H.R., Gibbs C. (1980)**

The surgical treatment of osteochondrosis dissecans and ununited coronoid process in the canine elbow

*J-Small-Anim-Pract.* 1980; 21:323-331

**Dixon W.J. (Chief editor) (1993)**

BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2

*University of California press, Berkeley; Los Angeles, London*

**Draffan D., Carrera I., Carmichael S., Heller J., Hammond G. (2009)**

Radiographic analysis of trochlear notch sclerosis in the diagnosis of osteoarthritis secondary to medial coronoid disease

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 2009; 22: 7-15

**Ekman S., Carlson C.S. (1998)**

The Pathophysiology of Osteochondrosis

*Vet-Clin-North-Am-Small-Anim Pract.* 1998; 28(1): 17-32

**Evans H.E. (1993a)**

The skeleton; S.: 122-218

*In: Miller`s anatomy of the dog; Hrsg. Evans H.E.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Evans H.E. (1993b)**

Arthrology; S.: 219-277

*In: Miller`s anatomy of the dog; Hrsg. Evans H.E.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Evans H.E. (1993c)**

The heart and arteries; S.: 586-681

*In: Miller`s anatomy of the dog; Hrsg. Evans H.E.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Evans H.E. (1993d)**

The veins; S.: 682-716

*In: Miller`s anatomy of the dog; Hrsg. Evans H.E.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Fehr M., Meyer-Lindenberg A. (1992)**

Über die Ellbogenerkrankungen beim Hund

*Kleintierprax. 1992; 37: 427-438*

**Fitzpatrick N. (2006)**

Subtotal coronoid ostectomy for the treatment of medial coronoid disease: a prospective study of 228 dogs evaluating short and medium term outcome

*British-Veterinary Orthopaedic Association: Proceedings of the Autumn meeting Chester 17-19- April 2006: 22-30*

**Fitzpatrick N., Smith T.J., Evans R.B., Yeadon R. (2009a)**

Radiographic and arthroscopic findings in the elbow joints of 263 dogs with medial coronoid disease

*Vet-Surg. 2009; 38: 213-223*

**Fitzpatrick N., Yeadon R., Smith T.J., Schulz K. (2009b)**

Techniques of application and initial clinical experience with sliding humeral osteotomy for treatment of medial compartment disease of the canine elbow

*Vet-Surg. 2009; 38: 261-278*

**Fitzpatrick N., Yeadon R. (2009)**

Working algorithm for treatment decision making for developmental disease of the medial compartment of the elbow in dogs

*Vet-Surg. 2009; 38: 285-300*

**Flückinger M. (1992)**

Ellbogendysplasie beim Hund

*Schweiz-Arch-Tierheilk. 1992; 134: 261-271*

**Fox S.M., Bloomberg M.S., Bright R.M. (1983)**

Developmental anomalies of the canine elbow (A review article)

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1983 Sept/Oct; 19: 605-615

**Fox S.M., Roberts R.E. (1987)**

Linear tomography in diagnosing fragmented coronoid processes in canine elbows  
(Article #5)

*Continuing-Education Jan 1987; 9(1): 60-65*

**Frewein J. (1994a)**

Muskulatur; S.: 77-129

*In: Anatomie von Hund und Katze; Hrsg. Frewein J., Vollmeraus B.; Blackwell; Berlin*

**Frewein J. (1994b)**

Peripheres Nervensystem; S.: 378-402

*In: Anatomie von Hund und Katze; Hrsg. Frewein J., Vollmeraus B.; Blackwell; Berlin*

**Frewein J., König H.E., Waibl H. (1994)**

Blutgefäße; S.: 257-297

*In: Anatomie von Hund und Katze; Hrsg. Frewein J., Vollmeraus B.; Blackwell; Berlin*

**Fujita Y., Schulz K.S., Mason D.R., Kass P.H., Stover S.M. (2003)**

Effect of humeral osteotomy on joint surface contact in canine elbow joints

*Am-J-Vet-Res.* 2003 April; 64(4): 506-511

**Gemmill T.J., Clements D.N. (2007)**

Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency?

*J-Small-Anim-Pract.* 2007; 48: 361-368

**Gemmill T.J., Hammond G., Mellor D., Sullivan M., Bennett D., Carmichael S. (2006)**

Use of reconstructed computed tomography for the assessment of joint spaces in the  
canine elbow

*J-Small-Anim-Pract.* 2006; 47: 66-74

**Gemmill T.J., Mellor D.J., Clements D.N., Clarke S.P., Farrell M., Bennett D., Carmichael S. (2005)**

Evaluation of elbow incongruency using reconstructed CT in dogs suffering fragmented coronoid process

*J-Small-Anim-Pract.* 2005; 46: 327-333

**Goring R.L., Beale B.S. (1990)**

Fractured medial coronoid process in a racing Greyhound

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1990 Mar/Apr; 26: 157-159

**Goring R.L., Bloomberg M.S. (1983)**

Selected developmental abnormalities of the canine elbow: Radiographic evaluation and surgical management (Article # 2)

*Continuing-Education Mar 1983; 5(3): 178-188*

**Görtz K., Van Ryssen B., Taeymans O., Van Heerden M., Gielen I., Risselada M. (2004)**

Traumatic fracture of the medial coronoid process in a dog

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 2004; 17(3): 159-162

**Grondalen J. (1979a)**

Arthrosis with special reference to the elbow joint of young rapidly growing dogs. I

*Nord-Vet-Med.* 1979; 31: 62-68

**Grondalen J. (1979b)**

Arthrosis with special reference to the elbow joint of young rapidly growing dogs. II

*Nord-Vet-Med.* 1979; 31: 69-75

**Grondalen J. (1979c)**

Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs. III

*Nord-Vet-Med.* 1979; 31: 520-527

**Grondalen J., Grondalen T. (1981)**

Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs. V

*Nord-Vet-Med.* 1981; 33: 1-16

**Grondalen J. (1982)**

Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs. VI

*Nord-Vet-Med.* 1982; 34: 65-75

**Grondalen J., Lingaas F. (1991)**

Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs: a genetic investigation

*J-Small-Anim-Pract.* 1991; 32, 460-464

**Grouven U., Bender R., Ziegler A., Lange S. (2007)**

Der Kappa-Koeffizient

*Dtsch-Med-Wochenschr.* 2007; 132: e65-e68

**Guthrie S. (1989)**

Use of a radiographic scoring technique for the assessment of dogs with elbow osteochondrosis

*J-Small-Anim-Pract.* 1989; 30: 639-644

**Guthrie S., Buckland-Wright J.C., Vaughan L.C. (1991)**

Microfocal radiography as an aid to the diagnosis of canine elbow osteochondrosis

*J-Small-Anim-Pract.* 1991; 32 503-508

**Guthrie S., Pidduck H.G. (1990)**

Heritability of elbow osteochondrosis within a closed population of dogs

*J-Small-Anim-Pract.* 1990; 31: 93-96

**Guthrie S., Plummer J.M., Vaughan L.C. (1992a)**

Post natal development of the canine elbow joint: a light and electron microscopical study

*Res-Vet-Sci.* 1992; 52:67-71

**Guthrie S., Plummer J.M., Vaughan L.C. (1992b)**

Aetiopathogenesis of canine elbow osteochondrosis a study of loose fragments removed at arthrotomy

*Res-Vet-Sci.* 1992; 52: 284-291



**Hare W.C.D. (1961)**

The ages at which the centers of ossification appear roentgenographically in the limb bones of the dog

*Am-J-Vet-Res. 1961 Sep; 22: 825-835*

**Haudiquet P.R., Marcellin-Little D.J., Stebbins M.E. (2002)**

Use of the distomedial-proximolateral oblique radiographic view of the elbow joint for examination of the medial coronoid process in dogs

*Am-J-Vet-Res. 2002 Jul; 63(7):1000-1005*

**Hayes H.M., Selby L.A., Wilson G.P., Hohn R.B. (1979)**

Epidemiologic observations of canine elbow disease (Emphasis on dysplasia)

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc. Jul/Aug 1979; 15: 449-453*

**Hazewinkel H.A.W., Goedebuure S.A., Poulos P.W., Wolvekamp W.T.C. (1985)**

Influences of chronic calcium excess on the skeletal development of growing Great Danes

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc. 1985 May/Jun; 21: 377-391*

**Hazewinkel H.A.W., Kantor A., Meij B., Voorhout G. (1988)**

Fragmented coronoid process and osteochondritis dissecans of the medial humeral condyle

*Tijdschr. Diergeneeskunde 1988; 113 Supl. 1: 41-46*

**Hazewinkel H.A.W. (2008)**

Elbow dysplasia: definitions and clinical diagnoses

*International Elbow Working Group: Proceedings of the 23<sup>rd</sup> annual meeting, Dublin August 20<sup>th</sup> 2008: 8-12*

**Hedhammar A., Wu F.-M., Krook L., Schryver H.F., Lahunta A., Whalen J.P., Kallfelz F.A., Nunez E.A., Hintz H.F., Sheffy B.E., Ryan G.D. (1974)**

Overnutrition and skeletal disease - An experimental study in growing Great Dane dogs

*Cornell-Vet. 1974; 64 (Suppl.): 5-135*

**Henry W.B. (1984)**

Radiographic diagnosis and surgical management of fragmented coronoid process in dogs

*J-Am-Vet-Med-Assoc.* 1984 Apr. 1; 184 (7): 799-805

**Hermanson J.W., Evans H.E. (1993)**

The muscular system; S.: 258-384

*In: Miller`s anatomy of the dog; Hrsg. Evans H.E.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Holsworth I.G.; Wisner E.R., Scherrer W.E., Filipowicz D., Kass P.H., Pooya H., Larson R.F., Schulz K. (2005)**

Accuracy of computerized evaluation of canine radio-ulnar incongruence in vitro

*Vet-Surg.* 2005; 34: 108-113

**Hornof W.J., Wind A.P., Wallack S.T., Schulz K.S. (2000)**

Canine elbow dysplasia: The early radiographic detection of fragmentation of the coronoid process

*Vet-Clin-North-Am-Small-Anim Pract.* 2000; 30(3): 257-266

**Houlton J.E.F. (1984)**

Osteochondrosis of the shoulder and elbow joints in dogs

*J-Small-Anim-Pract.* 1984; 25: 399-413

**House M.R., Marino D.J., Lesser M.L. (2009)**

Effect of limb position on elbow congruity with CT evaluation

*Vet-Surg.* 2009; 38: 154-160

**Huck J.L., Biery D.N., Lawler D.F., Gregor T.P., Runge J.J., Evans R.H., Kealy R.D., Smith G.K. (2009)**

A longitudinal study of the influence of lifetime food restriction on development of osteoarthritis in the canine elbow

*Vet-Surg.* 2009; 38: 192-198

**Huibregtse B.A., Johnson A.L., Muhlbauer M.C., Pijanowski G.J. (1994)**

The effect of treatment of fragmented coronoid process on the development of osteoarthritis of the elbow

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1994 Mar/Apr; 30: 190-195

**Janthur I., Meyer-Lindenberg A., Fehr M. (2000)**

Arthroskopische Diagnostik von Ellbogenerkrankungen des Hundes

*Tierärztl-Prax.* 2000; 28(K): 11-18

**Johnson A.L., Hulse D.A. (2002)**

Diseases of the joints – Elbow joint; S.: 1066-1089

*In: Small Animal Surgery; Hrsg. Fossum T.W.; Mosby-Elsevier; St. Louis*

**Johnson A.L., Hulse D.A. (2007)**

Gelenkerkrankungen - Ellbogengelenk; S.: 1170-1195

*In: Chirurgie der Kleintiere; Hrsg. Fossum T.W.; Urban&Fischer; München, Jena*

**Kealy J.K. (1981)**

Knochen und Gelenke S.: 236-342

*In: Röntgendiagnostik bei Hund und Katze; Kealy J.K.; Enke; Stuttgart*

**Kealy R.D., Lawler D.F., Ballam J.M., Lust G., Biery D.N., Smith G.K., Mantz S.L. (2000)**

Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs

*J-Am-Vet-Med-Assoc.* 2000 Dec 1; 217(11): 1678-1680

**Kippenes H., Johnston G. (1998)**

Diagnostic imaging of osteochondrosis

*Vet-Clin-North-Am-Small-Anim Pract.* 1998; 28(1): 137-160

**Kitchell R.L., Evans H.E. (1993)**

The spinal nerves; S.: 829-893

*In: Miller's anatomy of the dog; Hrsg. Evans H.E.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Klumpp S. (2009)**

Wertigkeit der Computertomographie und der Magnetresonanztomographie in der Diagnostik der Koronoiderkrankung am Ellbogengelenk des Hundes  
*Vet-Med-Diss., Justus-Liebig-Universität Gießen*

**Knox V.W., Seghal C.M., Wood A.K. (2003)**

Correlation of ultrasonographic observations with anatomic features and radiography of the elbow joint in dogs  
*Am-J-Vet-Res. 2003 Jun; 64(6): 721-726*

**Körbel J., Wilcken R., Huskamp B. (2001)**

Computertomographische Diagnostik am Ellbogengelenk des Hundes  
*Kleintierprax. 2001; 46: 325-331*

**Kramer A., Holsworth I.G., Wisner E.R., Kass P.H., Schulz K.S. (2006)**

Computed tomographic evaluation of canine radioulnar incongruence in vivo  
*Vet-Surg. 2006; 35: 24-29*

**Kramer M., Gerwing M., Hach V., Schimke E. (1997)**

Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats  
*Vet-Rad+Ultrasound. 1997; 38(2): 139-149*

**LaFond E., Breur G.J., Austin C.C. (2002)**

Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs  
*J-Am-Anim-Hosp-Assoc. 2002 Sep-Oct;38(5): 467-477*

**Lang J., Busato A., Baumgartner D., Flückinger M., Weber U.T. (1998)**

Comparison of two classification protocols in the evaluation of elbow dysplasia in the dog  
*J-Small-Anim-Pract. Apr 1998; 39: 169-174*

**Langhann A. (1999)**

Therapie des fragmentierten Processus coronoideus medialis der Ulna und der Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri beim Hund. Arthroskopische versus konventionell operative Entfernung.

*Vet-Med-Diss., TiHo Hannover*

**Lewis D.D., Parker R.B., Hager D.A. (1989)**

Fragmented medial coronoid process of the canine elbow

*Continuing-Education Jun 1989; 11(6): 703-715*

**Liebich H.-G., Maierl J., König H.E. (2005)**

Vorder- oder Schultergliedmaßen (Membra thoracica); S.: 141-158

*In: Anatomie der Haussäugetiere; Hrsg.: König H.E., Liebich H.G.; Schattauer; Stuttgart, New York*

**Macpherson G.C., Lewis D.D., Johnson K.A., Allen G.S., Yovich J.C. (1992)**

Fragmented coronoid process associated with premature distal radial physal closure in four dogs

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol. 1992; 5: 93-99*

**Mäki K., Liinamo A.-E., Ojala M. (2000)**

Estimates of genetic parameters for hip and elbow dysplasia in Finnish Rottweilers

*J-Anim-Sci. 2000; 78: 1141-1148*

**Mason D.R., Schulz K.S., Fujita Y., Kass P.H., Stover S.M. (2005)**

In vitro force mapping of normal canine humeroradial and humeroulnar joints

*Am-J-Vet-Res. 2005 Jan.; 66 (1): 132-135*

**Mason D.R., Schulz K.S., Fujita Y., Kass P.H., Stover S.M. (2008)**

Measurement of humeroradial and humeroulnar transarticular joint forces in the canine elbow joint after humeral wedge and humeral slide osteotomies

*Vet-Surg. 2008; 37: 63-70*

**Mason D.R., Schulz K.S., Samii V.F., Fujita Y., Hornof W.J., Herrgesell E.J., Long C.D., Morgan J.P., Kass P.H. (2002)**

Sensitivity of radiographic evaluation of radio-ulnar incongruence in the dog in vitro  
*Vet-Surg.* 2002; 31: 125-132

**Mason T.A., Lavelle R.B., Skipper S.C., Wrigley W.R. (1980)**

Osteochondrosis of the elbow joint in young dogs  
*J-Small-Anim-Pract.* 1980; 21:641-656

**McCarthy T.C. (2005)**

Arthroscopy: Diagnostic and surgical applications in small animal practice  
*In: Veterinary Endoscopy for the Small Animal Practitioner; Hrsg. McCarthy T.C.; Saunders-Elsevier; St. Louis*

**Mej B.P., Geertsens K.M.K., Hazewinkel H.A.W. (1996a)**

Results of FCP treatment in retrievers: a follow up study at the Utrecht University Small Animal Clinic  
*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 1996; 9: 64-65

**Mej B.P., Hazewinkel H.A.W. (1996b)**

Treatment of canine elbow dysplasia  
*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 1996; 9: 61-63

**Meyer-Lindenberg A., Fehr M., Brunnberg L., Nolte I. (1993)**

Fragmentierter Processus coronoideus medialis der Ulna beim Hund (Vorkommen und Therapieergebnisse: Erfahrungen an 101 Patienten)  
*Mh-Vet-Med.* 1993; 48: 457-466

**Meyer-Lindenberg A., Fehr M., Nolte I. (2006)**

Co-existence of ununited anconeal process and fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog  
*J-Small-Anim-Pract.* 2006; 47: 61-65

**Meyer-Lindenberg A., Langhahn A., Fehr M., Nolte I. (2002)**

Prevalence of fragmented medial coronoid process of the ulna in lame adult dogs

*Vet-Rec.* 2002 Aug 24; 151(8): 230-234

**Meyer-Lindenberg A., Langhann A., Fehr M., Nolte I. (2003)**

Arthrotomy versus arthroscopy in the treatment of the fragmented medial coronoid process of the ulna (FCP) in 421 dogs

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 2003; 16(4): 204-210

**Michele U., Gerwing M., Kramer M. (1999)**

Pathologic sonographical findings in the canine elbow

*Vet-Rad+Ultrasound.* 1999; 40(5): 559

**Miyabayashi T., Takiguchi M., Schrader S.C., Biller D.S. (1995)**

Radiographic anatomy of the medial coronoid process of dogs

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1995 Mar/Apr; 31: 125-132

**Moore A.P., Benigni L., Lamb C.R. (2008)**

Computed tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions

*Vet-Surg.* 2008; 37:390-398

**Morandi F., Hecht S., Daniel G.B. (2008)**

Erkrankungen des Ellbogengelenkes S.: 344-348

*In: Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis; Hrsg. Hecht S.; Schattauer; Stuttgart, New York*

**Morgan J.P., Wind A., Davidson A.P. (1999)**

Bone dysplasias in the Labrador Retriever: A radiographic study

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1999; 35:332-340

**Morgan J.P., Wind A., Davidson A.P. (2000)**

Elbow dysplasia; S.: 41-108

*In: Hereditary bone and joint diseases in the dog; Morgan J.P., Wind A., Davidson A.P.; Schlütersche; Hannover*

**Murphy S.T., Lewis D.D., Shiroma J.T., Neuwirth L.A., Parker R.B., Kubilis P.S. (1998)**

Effect of radiographic positioning on interpretation of cubital joint congruity in dogs

*Am-J-Vet-Res. 1998; 59(11):1351-1357*

**Ness M.G. (2006)**

The role of proximal ulna osteotomy in the management of canine elbow dysplasia

*British-Veterinary Orthopaedic Association: Proceedings of the Autumn meeting Chester 17-19- April 2006: 20-21*

**Neuberger T. (2005)**

Radiosynoviorthese - Ein neuer Therapieansatz zur Behandlung von entzündlich-rheumatischen und degenerativen Gelenkerkrankungen in der Kleintiermedizin

*Prakt-Tierarzt. 2005; 86 (5): 310-318*

**Nickel R., Schummer A., Wille K.-H., Wilkens H. (1992a)**

Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem – Knochenlehre, Osteologia – Knochen der Schultergliedmaße; S.: 67-97

*In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere - Band I (Nickel, Schummer, Seiferle); Hrsg.: Frewein J., Wille K.-H., Wilkens H.; Parey; Berlin, Hamburg*

**Nickel R., Schummer A., Wille K.-H., Wilkens H. (1992b)**

Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem – Gelenklehre, Arthrologia – Verbindungen der Knochen der Schultergliedmaße; S.: 230-234

*In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere - Band I (Nickel, Schummer, Seiferle); Hrsg.: Frewein J., Wille K.-H., Wilkens H.; Parey; Berlin, Hamburg*

**Noyes F.R., Stabler C.L. (1989)**

A system for grading articular cartilage lesions at arthroscopy

*Am-J-Sports-Med. 1989; 17 (4): 505-513*



**Olsson S.-E. (1974)**

A new type of elbow dysplasia in the dog

*Sv-Vet-Tidn.* 1974, 5: 152-157

**Olsson S.-E. (1983)**

The early diagnosis of fragmented coronoid process and osteochondrosis dissecans of the canine elbow joint

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1983 Sept/Oct; 19: 616-626

**Olsson S.-E., Reiland S. (1978)**

The nature of osteochondrosis dissecans in animals

*Acta-Radiol-Suppl.* 1978; 358: 299-306

**Outerbridge R.E. (1961)**

The etiology of chondromalacia patellae

*J-Bone-Joint-Surg.* 1961; 43B(4): 752-757

**Paatsama S., Rokkanen P., Jussila J. (1975)**

Etiological factors in osteochondrosis dissecans

*Acta-Orthop-Scand.* 1975; 46: 906-918

**Paatsama S., Rokkanen P., Jussila J., Sittnikow K. (1971a)**

Somatotropin, thyrotropin and corticotropin hormone induced changes in the cartilages and bones of the shoulder and knee joint in young dogs

*J-Small-Anim-Pract.* 1971; 12: 595-601

**Paatsama S., Rokkanen P., Jussila J., Sittnikow K. (1971b)**

A study of osteochondrosis dissecans of the canine humeral head using histological, OTC bone labelling, microradiographic and microangiographic methods

*J-Small-Anim-Pract.* 1971; 12: 603-611

**Padgett G.A., Mostosky U.V., Probst C.W., Thomas M.W., Krecke C.F. (1995)**

The inheritance of osteochondritis dissecans and fragmented coronoid process of the elbow joint in Labrador Retrievers

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1995 Jul-Aug; 31: 327-330

**Preston C.A., Schultz K.S., Kass P.H. (2000)**

In vitro determination of contact areas in the normal elbow joint of dogs

*Am-J-Vet-Res.* 2000 Oct; 61(10): 1315-1321

**Preston C.A., Schultz K.S., Taylor K.T., Kass P.H., Hagan C.E., Stover S.M. (2001)**

In vitro experimental study of the effect of radial shortening and ulnar ostectomy on contact patterns in the elbow joint of dogs

*Am-J-Vet-Res.* 2001 Oct.; 62 (10): 1548-1556

**Probst C.W., Flo G.L., McLoughlin M.A., DeCamp C.E. (1988)**

Fragmented Medial Coronoid Process and Osteochondrosis Dissecans of the Elbow

*Comp-Anim-Pract.* 1988; 2(5): 27-33

**Probst C.W., Flo G.L., McLoughlin M.A., DeCamp C.E. (1989)**

A simple medial approach to the canine elbow for treatment of fragmented coronoid process and osteochondrosis dissecans

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1989 May/June; 25; 331-334

**Puccio M., Marino D.J., Stefanacci J.D., McKenna B. (2003)**

Clinical evaluation and long-term follow-up of dogs having coronoidectomy for elbow incongruity

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* Sept/Oct 2003; 39: 473-478

**Punke J.P., Hulse D.A., Kerwin S.C., Peycke L.E., Budsberg S.C. (2009)**

Arthroscopic documentation of elbow cartilage pathology with clinical lameness without changes on standard radiographic projections

*Vet-Surg.* 2009; 38: 209-212

**Rahlf V.W. (2002)**

TESTIMATE 6 User's manual

*Idv-Data Analysis & Study Planning; Gauting/München*

**Read R.A. (1993)**

Osteochondrosis and elbow arthrosis in young dogs: incidence, diagnosis and management

*Waltham-International-Focus 1993; 3(2): 2-10*

**Read R.A., Armstrong S.J., Black A.P., Macpherson G.C., Yovich J.C., Davey T. (1996)**

Relationship between physical signs of elbow dysplasia and radiographic score in growing Rottweilers

*J-Am-Vet-Med-Assoc. 1996 Oct 15; 209(8): 1427-1430*

**Read R.A., Armstrong S.J., O'Keefe J.D., Eger C.E. (1990)**

Fragmentation of the medial coronoid process of the ulna in dogs: A study of 109 cases

*J-Small-Anim-Pract. 1990; 31:330-334*

**Reagan B.F., McInerney V.K., Treadwell B.V., Zarins B., Mankin H.J. (1983)**

Irrigating solutions for arthroscopy

*J-Bone-Joint-Surg. 1983; 65A(5): 629-631*

**Reichle J.K., Park R.D., Bahr A.M. (2000)**

Computed tomographic findings of dogs with cubital joint lameness

*Vet-Rad+Ultrasound. 2000; 41(2): 125-130*

**Reiland S. (1978)**

Morphology of osteochondrosis and sequelae in pigs

*Acta-Radiol-Suppl. 1978; 358: 45-90*

**Remy D., Neuhaert L., Fau D., Genevois J.P. (2004)**

Canine elbow dysplasia and primary lesions in German shepherd dogs in France

*J-Small-Anim-Pract. May 2004; 45(5): 244-248*

**Richardson D.C., Zentek J. (1998)**

Nutrition and osteochondrosis

*Vet-Clin-North-Am-Small-Anim Pract.* 1998; 28(1): 115-135

**Robins G.M. (1980)**

Some aspects of the radiographical examination of the canine elbow joint

*J-Small-Anim-Pract.* 1980; 21: 417-428

**Rovesti G.L., Biasibetti M., Schumacher A., Fabiani M. (2002)**

The use of computed tomography in the diagnostic protocol of the elbow in the dog: 24 joints

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 2002; 15: 35-43

**Salg K.G., Temwichtir J., Imholz S., Hazewinkel H.A.W., Leegwater P.A.J. (2006)**

Assessment of collagen genes involved in fragmented medial coronoid process development in Labrador Retrievers as determined by affected sibling-pair analysis

*Am-J-Vet-Res.* 2006 Oct; 67(10): 1713-1718

**Samoy Y., Van Ryssen B., Gielen I., Walschot N., van Bree H. (2006)**

Review of literature: Elbow incongruity in the dog

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 2006; 19: 1-8

**Sams A.E. (2000)**

Canine elbow joint arthroscopy: introduction and description of technique

*Compendium* Feb 2000; 22(2): 135-44

**Sanderson R.O., Beata C., Flipo R.-M., Genevois J.-P., Macias C., Tacke S., Vezzoni A., Innes J.F. (2009)**

Systematic review of the management of canine osteoarthritis

*Vet-Rec.* 2009; 164: 418-424

**Scharvogel, S. (2004)**

Klinisch-orthopädischer Untersuchungsgang S. 20-36

*In: Kompendium der allgemeinen Veterinärchirurgie; Hrsg.: Kramer, M.; Schlütersche; Hannover*

**Schawalder P. (1990)**

Osteochondrosekomplex am Ellbogengelenk

*Proceedings schweizerische Vereinigung für Kleintiermedizin 21. Jahresversammlung Biel 1990: 52-64*

**Schleich S. (1997)**

Vergleich klinischer, röntgenologischer und intraoperativer Befunde beim fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae und der Osteochondrosis dissecans an der Trochlea humeri beim Hund

*Vet-Med-Diss., JLU Gießen*

**Schleich S. (1998)**

Ellbogengelenk (Teil1 ): Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae

*Kleintier konkret Jun 1998: 21-27*

**Schleich S. (1999)**

Ellbogengelenk (Teil2): Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae: Primäre röntgenologische Veränderungen

*Kleintier konkret Feb 1999: 34-35*

**Schmökel H.G., Ehrismann G. (1996)**

Korrektur einer Ellbogendysplasie mittels Gewindefixateur externe und Ulnaverkürzung nach Ulnaostektomie bei einem Hund

*Wien-Tierärztl-Mschr. 1996; 83: 238-241*

**Schnorr B., Kressin M. (2001)**

Entwicklung der Knochen und Gelenke S.: 221-230

*In: Embryologie der Haustiere; Schnorr B., Kressin M.; Enke; Stuttgart*

**Schulz K.S., Krotscheck U. (2003)**

Canine elbow dysplasia S.: 1927-1952

*In: Textbook of small animal surgery; Hrsg.: Slatter, D.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Seiferle E., Böhme G. (1991)**

Peripheres Nervensystem – Armgeflecht und Nerven der Vordergliedmaße; S.: 241-266

*In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere - Band IV (Nickel, Schummer, Seiferle); Hrsg.: Seiferle E., Böhme G.; Parey; Berlin, Hamburg*

**Seiferle E., Frewein J. (1992)**

Aktiver Bewegungsapparat, Muskelsystem, Myologica – Muskeln der Vorder- und Schultergliedmaße; S.: 407-491

*In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere - Band I (Nickel, Schummer, Seiferle); Hrsg.: Frewein J., Wille K.-H., Wilkens H.; Parey; Berlin, Hamburg*

**Seyrak-Intas D., Michele U., Tacke S., Kramer M., Gerwing M. (2009)**

Accuracy of ultrasonography in detecting fragmentation of the medial coronoid process in dogs

*J-Am-Vet-Med-Assoc. 2009 Feb 15; 234(4): 480-485*

**Slater M.R., Scarlett J.M., Donoghue S., Kaderly R.E., Bonnett B.N., Cockshutt J., Erb H.N. (1992)**

Diet and exercise as potential risk factors for osteochondrosis dissecans in dogs

*Am-J-Vet-Res. 1992 Nov.; 53 (11): 2119-2124*

**Smith T.J., Fitzpatrick N., Evans R.B., Pead M.J. (2009)**

Measurement of ulnar subtrochlear sclerosis using a percentage scale in Labrador retrievers with minimal radiographic signs of periarticular osteophytosis

*Vet-Surg. 2009; 38: 199-208*

**Snaps F.R., Balligand M.H., Saunders J.H., Park R.D., Dondelinger R.F. (1997)**

Comparison of radiography, magnetic resonance imaging, and surgical findings in dogs with elbow dysplasia

*Am-J-Vet-Res.* 1997; 58(12): 1367-1370

**Snaps F.R., Park R.D., Saunders J.H., Balligand M.H., Dondelinger R.F. (1999)**

Magnetic resonance arthrography of the cubital joint in dogs affected with fragmented medial coronoid processes

*Am-J-Vet-Res.* 1999; 60(2): 190-193

**Snaps F.R., Saunders J.H., Park R.D., Daenen B., Balligand M.H., Dondelinger R.F. (1998)**

Comparison of spin echo and fat saturation magnetic resonance imaging sequences for imaging the canine elbow

*Vet-Rad+Ultrasound.* 1998; 39(6): 518-523

**Studdert V.P., Lavelle R.B., Beilharz R.G., Mason T.A. (1991)**

Clinical features and heritability of osteochondrosis of the elbow in labrador retrievers

*J-Small-Anim-Pract.* 1991; 32, 557-563

**Suess R.P., Trotter E.J., Konieczynski D., Todhunter R.J., Bartel D.L., Flanders J.A. (1994)**

Exposure and postoperative stability of three medical surgical approaches to the canine elbow

*Vet-Surg.* 1994; 23: 87-93

**Swenson L., Audell L., Hedhammar A. (1997)**

Prevalence and inheritance of and selection for elbow arthrosis in Bernese Mountain Dogs and Rottweilers in Sweden and benefit: cost analysis of a screening and control program

*J-Am-Vet-Med-Assoc.* 1997 Jan 15; 210(2): 215-221

**Tellhelm B. (2004)**

Bildgebende Verfahren - Röntgen S. 95-100

*In: Kompendium der allgemeinen Veterinärchirurgie; Hrsg.: Kramer, M.; Schlütersche; Hannover*

**Theyse L.F.H., Hazewinkel H.A.W., Van den Brom W.E. (2000)**

Force plate analysis before and after surgical treatment of unilateral fragmented coronoid process

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol. 2000; 13: 135-140*

**Thomson M.J., Robins G.M. (1995)**

Osteochondrosis of the elbow: a review of the pathogenesis and a new approach to treatment

*Aust-Vet-J. 1995; 72: 375-378*

**Tirgari M. (1974)**

Clinical radiographical and pathological aspects of arthritis of the elbow joint in dogs

*J-Small-Anim-Pract. 1974; 15: 671-679*

**Tirgari M. (1980)**

Clinical radiographical and pathological aspects of ununited medial coronoid process of the elbow joint in dogs

*J-Small-Anim-Pract. 1980; 21: 595-608*

**Tobias T.A., Miyabayashi T., Olmstead M.L., Hedrick L.A. (1994)**

Surgical removal of fragmented medial coronoid process in the dog: comparative effects of surgical approach and age at time of surgery

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc. 1994 Jul/Aug; 30: 360-368*

**Ubbink G.J., Hazewinkel H.A.W., Van der Broek J., Rothuizen J. (1999)**

Familial clustering and risk analysis for fragmented coronoid process and elbow joint incongruity in Bernese Mountain Dogs in the Netherlands

*Am-J-Vet-Res. 1999; 60(9): 1082-1087*



**Väänänen M. , Skutnab K. (1978)**

Elbow lameness in the young dog caused by sesamoidal fragment

*J-Small-Anim-Pract.* 1978; 19: 363-371

**van Bree H., Van Ryssen B. (1995)**

Imaging the canine elbow: radiography, computed tomography and arthroscopy

*Vet-Annual* 1995; 35: 118-129

**van Bree H., Van Ryssen B. (1998)**

Diagnostic and surgical arthroscopy of the canine elbow

*Vet-Clin-North-Am-Small-Anim Pract.* 1998; 28(1): 161-189

**van Herpen H. (1988)**

Anatomy and Development of the elbow joint

*Tijdschr. Diergeneeskunde* 1988; 113 Supl. 1: 38-41

**Van Ryssen B., van Bree H. (1995)**

Arthroscopy

*Proceedings of the 2. FECAVA Congress, Brussels, Belgium, 27.-29.10.1995:* 343-345

**Van Ryssen B., van Bree H. (1997)**

Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness

*Vet-Rec.* 1997 Apr 5; 140: 360-2

**Van Ryssen B., van Bree H., Simoens P. (1993)**

Elbow arthroscopy in clinically normal dogs

*Am-J-Vet-Res.* 1993; 54(1): 191-198

**Van Ryssen B., van Bree H., Whitney W.O., Schulz K.S. (2003)**

Small animal arthroscopy; S.: 2285-2306

*In: Textbook of small animal surgery; Hrsg. Slatter, D.; Saunders-Elsevier; Philadelphia*

**Verband für das Deutsche Hundewesen (2009)**

Zucht-Ordnung

*Protokoll der ordentlichen Mitgliederversammlung (01.03.2009); Anlage 5*

**Viehmann B, Waibl H., Brunnberg L. (1999)**

Computergestützte Auswertung von Röntgenbildern zur Erfassung von Parametern der Ellbogendysplasie - Teil 1: Incisura trochlearis ulnae

*Kleintierpraxis 1999; 44: 595-606*

**Vollmerhaus B., Frewein J., Roos H., Knospe C. (1994a)**

Skelett; S.: 4-52

*In: Anatomie von Hund und Katze; Hrsg.: Frewein J., Vollmerhaus B.; Blackwell; Berlin*

**Vollmerhaus B., Waibl H., Roos H. (1994b)**

Muskulatur; S.: 77-129

*In: Anatomie von Hund und Katze; Hrsg.: Frewein J., Vollmerhaus B.; Blackwell; Berlin*

**Voorhout G., Hazewinkel H.A.W. (1987)**

Radiographic evaluation of the canine elbow joint with special reference to the medial humeral condyle and the medial coronoid process

*Vet-Rad. 1987; 28(5): 158-165*

**Wagner K., Griffon D.J., Thomas M.W., Schaeffer D.J., Schulz K., Samii V.F., Necas A. (2007)**

Radiographic, computed tomographic, and arthroscopic evaluation of experimental radio-ulnar incongruence in the dog

*Vet-Surg. 2007; 36: 691-698*

**Waibl H., Wilkens H., Münster W (1996)**

Arterien – Arterien der Schultergliedmaße; S.: 81-104

*In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere - Band III (Nickel, Schummer, Seiferle);*

*Hrsg.: Habermehl K.-H., Vollmerhaus B., Wilkens H., Waibl H.; Parey; Berlin*

**Waibl H. (1994)**

Anatomie des Ellbogengelenkes

*Praktischer Tierarzt* 1994; 75: 393-394

**Walde I., Tellhelm B. (1991)**

Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) und die Osteochondrosis dissecans (OCD) im Ellbogengelenk und Sprunggelenk des Hundes - Literaturübersicht, Diagnose und Therapie

*Wien-Tierärztl-Mschr.* 1991; 78: 414-424

**Webbon P.M., Clayton Jones D.G. (1976)**

Radiological Refresher - 6: The elbow

*J-Small-Anim-Pract.* 1976; 17: 395-401

**Werner H., Böttcher P., Winkels P., Grevel V., Oechtering G. (2008)**

Arthroskopische Bestimmung der radioulnaren Inkongruenz beim Hund in vitro

*Referatezusammenfassung 54. DVG-Jahreskongress Samstag 27.September 2008: 290-291*

**Wind A.P. (1982)**

Incidence and radiographic appearance of fragmented coronoid process

*Cal-Vet.* 1982; 6: 19-25

**Wind A.P. (1986)**

Elbow incongruity and developmental elbow diseases in the dog: Part I

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1986 Nov/Dec; 22: 711-724

**Wind A.P., Packard M.E. (1986)**

Elbow incongruity and developmental elbow diseases in the dog: Part II

*J-Am-Anim-Hosp-Assoc.* 1986 Nov/Dec; 22: 724-730

**Wolschrijn C.F., Weijs W.A. (2004)**

Development of the trabecular structure within the ulnar medial coronoid process of young dogs

*Anat-Rec. Part A* 2004; 278A: 514-519

**Wolschrijn C.F., Weijs W.A. (2005)**

Development of the subchondral bone layer of the medial coronoid process of the canine ulna

*Anat-Rec. Part A* 2005; 284A: 439-445

**Wolschrijn, C.F., Gruys, E., Weijs, W.A. (2005)**

Microcomputed tomography and histology of a fragmented medial coronoid process in a 20-week-old golden retriever

*Vet-Rec.* 2005 Sep 24; 157(13): 383-386

**Wood A.K.W., McCarthy P.H., Howlett C.R. (1985)**

Anatomic and radiographic appearance of a sesamoidal bone in the tendon of origin of the supinator muscle of dogs

*Am-J-Vet-Res* 1985; 46 (10): 2043-2047

**Wosar M.A., Lewis D.D., Neuwirth L., Parker R.B., Spencer C.P., Kubilis P.S., Stubbs W.P., Murphy S.T., Shiroma J.T., Stallings J.T., Betrand S.G. (1999)**

Radiographic evaluation of elbow joints before and after surgery in dogs with possible fragmented medial coronoid process

*J-Am-Vet-Med-Assoc.* 1999 Jan 1; 214: 52-58

**[www.offa.org/elbowstatbreed.html](http://www.offa.org/elbowstatbreed.html) (Stand 12/2008)**

**Yovich J.C., Read R.A. (1994)**

Traumatic fracture of the medial coronoid process in two dogs

*Vet-Comp-Orthop-Traumatol.* 1994; 7: 173-176

## **9. Anhang**

### **9.1 Studienfälle**

Die folgende Tabelle (Tabelle 64) zeigt alle in die Auswertung aufgenommenen Studienfälle, sowie die genaue Verteilung einiger allgemeiner Daten (vgl. Kapitel 4.1 – 4.6).

Jeder Fall stellt ein Ellbogengelenk dar. Die Anzahl der Tiere ist durch graue Markierung hervorgehoben, so dass, falls beide Ellbogen eines Tieres Bestandteil der Studie sind, der zweite Ellbogen (Fall) ohne Markierung darunter aufgeführt ist.

Jedoch sind nicht bei allen Hunden, bei denen beide Ellbogen von der Erkrankung betroffen sind, auch beide Gelenke in der Untersuchung berücksichtigt. Daher ergibt sich die Diskrepanz zwischen beidseits erkrankten Tieren und Hunden bei denen beide Ellbogen Teil der Studie sind.

**Tabelle 64:** Übersicht Studienfälle incl. allgemeiner Daten

fortlaufende Fallnummer	Seite	Beidseitiges Auftreten	Rasse	Geschlecht	Wurf-datum	Datum Arthroskopie	Alter (Monate)	Abstand Röntgen-Arthroskopie (Tage)
<b>3</b>	rechts	nein	Bearded Collie	weiblich	01.06.2005	11.01.2006	<b>7</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	links	nein	Mischling	männlich	01.02.2005	02.02.2006	<b>12</b>	<b>0</b>
<b>7</b>	links	ja	Berner Sennenhund	männlich	27.12.2004	07.02.2006	<b>13</b>	<b>1</b>
<b>8</b>	rechts	ja	Berner Sennenhund	männlich	27.12.2004	07.02.2006	13	1
<b>13</b>	rechts	ja	Berner Sennenhund	männlich	08.01.2005	05.04.2006	<b>15</b>	<b>1</b>
<b>14</b>	links	ja	Berner Sennenhund	männlich	08.01.2005	05.04.2006	15	1
<b>15</b>	rechts	ja	Rottweiler	weiblich	05.03.2004	06.04.2006	<b>25</b>	<b>34</b>
<b>16</b>	links	ja	Rottweiler	weiblich	05.03.2004	06.04.2006	25	34
<b>17</b>	rechts	ja	Rottweiler	männlich	01.01.2001	19.04.2006	<b>65</b>	<b>1</b>
<b>18</b>	links	ja	Rottweiler	männlich	01.01.2001	19.04.2006	65	1
<b>23</b>	links	ja	Labrador-Retriever	männlich	30.05.2005	27.04.2006	<b>11</b>	<b>0</b>
<b>24</b>	rechts	ja	Labrador-Retriever	männlich	30.05.2005	27.04.2006	11	0
<b>25</b>	rechts	nein	Berner Sennenhund	männlich	19.03.1997	04.05.2006	<b>110</b>	<b>6</b>

- 9. Anhang -

fortlaufende Fallnummer	Seite	Beidseitiges Auftreten	Rasse	Geschlecht	Wurf- datum	Datum Arthroskopie	Alter (Monate)	Abstand Röntgen- Arthroskopie (Tage)
33	links	nein	Deutscher Schäferhund	männlich	01.11.1998	24.05.2006	91	16
34	rechts	ja	Mischling	weiblich	01.10.1997	01.06.2006	104	6
35	links	ja	Mischling	weiblich	01.10.1997	01.06.2006	104	6
37	rechts	ja	Berner Sennenhund	männlich	31.10.2005	07.06.2006	7	15
38	links	ja	Berner Sennenhund	männlich	31.10.2005	07.06.2006	7	15
39	links	ja	Berner Sennenhund	männlich	31.10.2005	07.06.2006	7	15
40	rechts	ja	Berner Sennenhund	männlich	31.10.2005	07.06.2006	7	15
41	links	nein	Deutscher Schäferhund	männlich	27.07.2005	08.06.2006	10	1
44	links	nein	Mischling	männlich	01.01.1999	28.06.2006	90	40
45	rechts	ja	Mischling	weiblich	04.07.2005	28.06.2006	12	1
46	links	ja	Mischling	weiblich	04.07.2005	28.06.2006	12	1
47	rechts	ja	Rhodesian Ridgeback	männlich	15.10.2004	29.06.2006	21	2
48	rechts	ja	Labrador- Retriever	weiblich	10.03.2001	05.07.2006	64	1
49	links	ja	Labrador- Retriever	weiblich	10.03.2001	05.07.2006	64	1
54	rechts	ja	Golden Retriever	weiblich	15.09.2005	19.07.2006	10	1
55	links	ja	Golden Retriever	weiblich	15.09.2005	19.07.2006	10	1
56	rechts	ja	Mischling	männlich	01.01.2003	27.07.2006	43	9
57	links	ja	Mischling	männlich	01.01.2003	27.07.2006	43	9
58	rechts	nein	Mischling	weiblich	01.01.1998	09.08.2006	103	36
64	rechts	ja	Irischer Wasserhund	weiblich	01.08.2000	23.08.2006	73	0
66	links	nein	Golden Retriever	weiblich	15.01.2000	06.09.2006	80	22
67	links	ja	Deutsch Kurzhaar	männlich	01.01.2000	07.09.2006	80	9
68	rechts	ja	African Boerbel	weiblich	17.07.2005	13.09.2006	14	8
69	links	ja	African Boerbel	weiblich	17.07.2005	13.09.2006	14	8

fortlaufende Fallnummer	Seite	Beidseitiges Auftreten	Rasse	Geschlecht	Wurf-datum	Datum Arthroskopie	Alter (Monate)	Abstand Röntgen-Arthroskopie (Tage)
70	links	ja	Mischling	weiblich	02.11.1999	14.09.2006	82	6
71	rechts	ja	Mischling	weiblich	02.11.1999	14.09.2006	82	6
72	rechts	ja	Berner Sennenhund	weiblich	01.12.2002	20.09.2006	46	15
73	links	ja	Berner Sennenhund	weiblich	01.12.2002	20.09.2006	46	15
74	rechts	ja	Labrador-Retriever	weiblich	20.01.2006	12.10.2006	9	16
75	links	ja	Labrador-Retriever	weiblich	20.01.2006	12.10.2006	9	16
79	rechts	ja	Mischling	weiblich	21.05.2004	26.10.2006	29	1
80	rechts	ja	Labrador-Retriever	männlich	23.08.2005	01.11.2006	14	0
81	links	ja	Labrador-Retriever	männlich	23.08.2005	01.11.2006	14	0
83	rechts	ja	Deutscher Schäferhund	weiblich	19.10.1997	08.11.2006	109	29
86	rechts	ja	Labrador-Retriever	männlich	13.03.2006	09.11.2006	8	1
87	links	ja	Berner Sennenhund	weiblich	21.10.2005	15.11.2006	13	0
88	rechts	ja	Berner Sennenhund	weiblich	21.10.2005	15.11.2006	13	0
89	links	ja	Mischling	männlich	19.11.2003	16.11.2006	36	16
90	rechts	ja	Mischling	männlich	19.11.2003	16.11.2006	36	16
93	rechts	ja	Rottweiler	männlich	06.12.2005	30.11.2006	12	16
94	links	ja	Rottweiler	männlich	06.12.2005	30.11.2006	12	16

Übersichtstabelle aller Studienfälle: Spalte 1 gibt die ursprüngliche fortlaufende Nummerierung der Ellbogengelenke wieder. Die fehlenden Nummern stellen aus diversen Gründen ausgeschlossene Ellbogengelenke dar (siehe hierzu auch Tabelle 2). In Spalte 2 wird die Seite des untersuchten Gelenkes beschrieben. Spalte 3 gibt Auskunft über ein evtl. beidseitiges Auftreten der Koronoiderkrankung, wobei nicht beide Ellbogengelenke Teil der Studie sein müssen. Zur besseren Kenntlichmachung der Tiere, die in die Studie aufgenommen wurden, sind diese grau hinterlegt. Die nicht hinterlegten Zeilen stellen die 2. Seite von Tieren dar, bei denen beide Ellbogen Gegenstand der Studie sind. Spalte 4 und 5 geben Auskunft über die allgemeinen Daten Rasse und Geschlecht. In Spalte 6 ist das Wurfdatum, in Spalte 7 der Tag der zur Auswertung genutzten Arthroskopie angegeben. Das, sich aus diesen beiden Spalten ergebende Alter ist in Spalte 8 aufgeführt. Die letzte Spalte zeigt den Abstand zwischen Erstellung der Röntgenaufnahmen und der Arthroskopie in Tagen. Hierbei ist zu bemerken, dass ein Abstand größer 60 Tagen zum Ausschluß führt (vergleiche Tabelle 2).

## **9.2 Befundbogen**

Der im Folgenden abgebildete Befundbogen diene den Untersuchern zur Dokumentation der Ergebnisse, so dass für jeden Studienfall je zwei Befundbögen der Röntgenuntersuchung und der Arthroskopie ausgefüllt wurden.

Klinik für Kleintiere – Chirurgie, Frankfurterstr. 108, 35392 Giessen, Michael Zwick

### **Befundbogen**

Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae / Koronoiderkrankung

Laufende Nummer: \_\_\_\_\_

Seite: \_\_\_\_\_

#### **1. Patientendaten:**

##### Besitzer

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_

Wohnort: \_\_\_\_\_

##### Hund

Name des Hundes: \_\_\_\_\_

Zuchtbuchnummer: \_\_\_\_\_

Rasse: \_\_\_\_\_ Wurfstag: \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_

Geschlecht: w ☐ wk ☐ m ☐ mk ☐ Gewicht: \_\_\_\_\_ kg

Röntgennummer: \_\_\_\_\_ Datum der Operation: \_\_\_\_\_



## 2. Röntgenologische Beurteilung:

### a) Lagerung:

**ml:** vorhanden ☐

Beugungsgrad: 135° ☐ 90° ☐ maximale Beugung ☐  
Rotation: Pronation ☐ neutral ☐ Supination ☐

**ap:** vorhanden ☐

Rotation: Pronation ☐ neutral ☐ Supination ☐

### b) osteophytäre Zubildungen:

Processus anconaeus:	< 2mm <input type="checkbox"/>	2-5mm <input type="checkbox"/>	> 5mm <input type="checkbox"/>
Radiuskopf:	< 2mm <input type="checkbox"/>	2-5mm <input type="checkbox"/>	> 5mm <input type="checkbox"/>
Lateraler Epicondylus humeri:	< 2mm <input type="checkbox"/>	2-5mm <input type="checkbox"/>	> 5mm <input type="checkbox"/>
Medialer Epicondylus humeri:	< 2mm <input type="checkbox"/>	2-5mm <input type="checkbox"/>	> 5mm <input type="checkbox"/>
Processus coronoideus medialis:	< 2mm <input type="checkbox"/>	2-5mm <input type="checkbox"/>	> 5mm <input type="checkbox"/>
Trochlea humeri:	< 2mm <input type="checkbox"/>	2-5mm <input type="checkbox"/>	> 5mm <input type="checkbox"/>

### c) Vermehrte Sklerosierung:

Caudal des Processus coronoideus medialis ggr. ☐ mgr. ☐ hgr. ☐  
Proximaler Bereich Incisura trochlearis ☐  
Entlang des Kapselansatzes ☐

### d) Gelenkkongruenz

Intraartikuläre Stufenbildung: Radius kürzer als Ulna ☐ Ulna kürzer als Radius ☐  
<2mm ☐ 2-4mm ☐ >4mm ☐  
Zu enge Incisura trochlearis ☐  
Deformierter Radiuskopf ☐

### e) Processus coronoideus medialis:

Abgrenzbarkeit: Scharf begrenzt ☐ unscharf begrenzt ☐ nicht abgrenzbar ☐  
Dichte: ggr. vermindert ☐ mgr. vermindert ☐ hgr. vermindert ☐  
Aufhellungslinie sichtbar ☐ Freies Fragment sichtbar ☐

f) Humerus:

Subchondraler Defekt Trochlea: nicht vorhanden ☐ OCD ☐ Kissing lesion ☐  
vorhanden, aber ohne sichere Diagnose ☐

g) Sonstiges:

IPA ☐

Sonstiges: ☐ \_\_\_\_\_

h) ED-Score nach Lang(1998)

ED-Score nach Lang

Score	Osteophytes on anconeal process	Osteophytes on other locations	Density of the trochlea notch, ulna head radius	Congruity of humeroulnar joint, step radius/ulna	Medial coronoid process	Anconeal process	Medial aspect of the humeri
0 points	None	None	None	None	None	None	None
1 point	<2mm	Minimal, <2mm	Minimal increase	Mild incongruity step < 2mm	-	-	-
2 points	2-5mm	Osteophytes 2-5mm	Obvious increase, structural changes	Moderate incongruity step <4mm	Abnormal shape	Abnormal structure or shape	Sclerosis of humeral trochlea, suspected OCD
3 points	>5mm	Osteophytes >5mm	Massive increase	Severe incongruity step >4mm	Fragmented	Isolated AP	OCD clearly visible
Points							
$\Sigma$							

### 3. Arthroskopie

#### a) Synovialzotten:

obB ☐

Synovialitis (Behrends 1996): Grad I ☐ Grad II ☐ Grad III ☐

#### b) Processus coronoideus medialis

*Zustand:*

Frei ☐ Fragmentiert ☐ Fissur ☐ avitaler, weicher Knochen ☐ intakt ☐

Anzahl Fragmente: \_\_\_\_\_

*Knorpel:* verdickt ☐ obB ☐ rau, erodiert, dünner ☐ nicht mehr vorhanden ☐

*Fragment:* Größe, Lage (Zeichnung)



Einteilung nach Schawalder (1990): Typ I ☐ Typ II ☐ Typ III ☐ Typ IV ☐

Bei freiem Fragment Lage: Zwischen Radius und Seitenband ☐ in situ ☐  
vor medialem Seitenband ☐ verklebt mit Kapsel ☐ verklebt mit Seitenband ☐

#### c) Trochlea humeri

Schliffusuren: obB ☐ Grad I ☐ Grad II ☐ Grad III ☐ (nach Noyes und Stabler, 1989)  
OCD ☐

d) Caput radii (Knorpel):

Verdickt ☐    obB ☐    rauh, erodiert, dünner ☐    nicht mehr vorhanden ☐

e) Incisura trochlearis (Knorpel):

Verdickt ☐    obB ☐    rauh, erodiert, dünner ☐    nicht mehr vorhanden ☐

f) Arthrotische Veränderungen:

Keine sichtbar ☐    ggr. ☐    mgr. ☐    hgr. ☐

g) Stufenbildung:

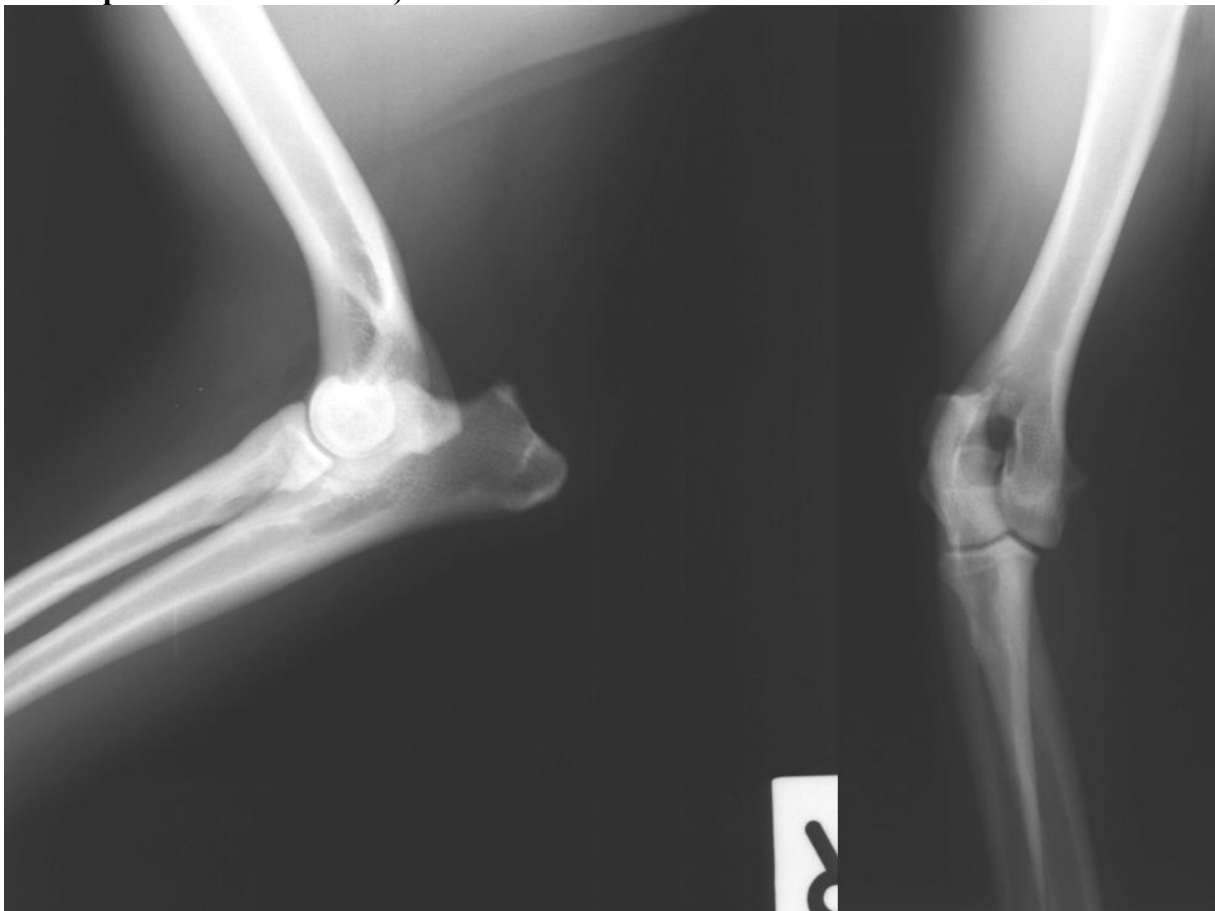
Short Radius ☐    Short Ulna ☐    keine ☐

h) Iatrogene Läsionen: Nur durch Untersucher 4 erhoben \_\_\_\_\_

### **9.3 Beispiele Röntgenbefunde**

Die hier vorliegenden Beispiele für radiologische Veränderungen bei einer Koronoiderkrankung sind Fälle aus der Studie (vgl. Fallnummer). Die von den beiden Röntgenuntersuchern diagnostizierten Veränderungen werden im Einzelnen beschrieben. Untersucher 1 ist ein erfahrener Radiologe, Untersucher 2 hat nur wenige Jahre Berufserfahrung.

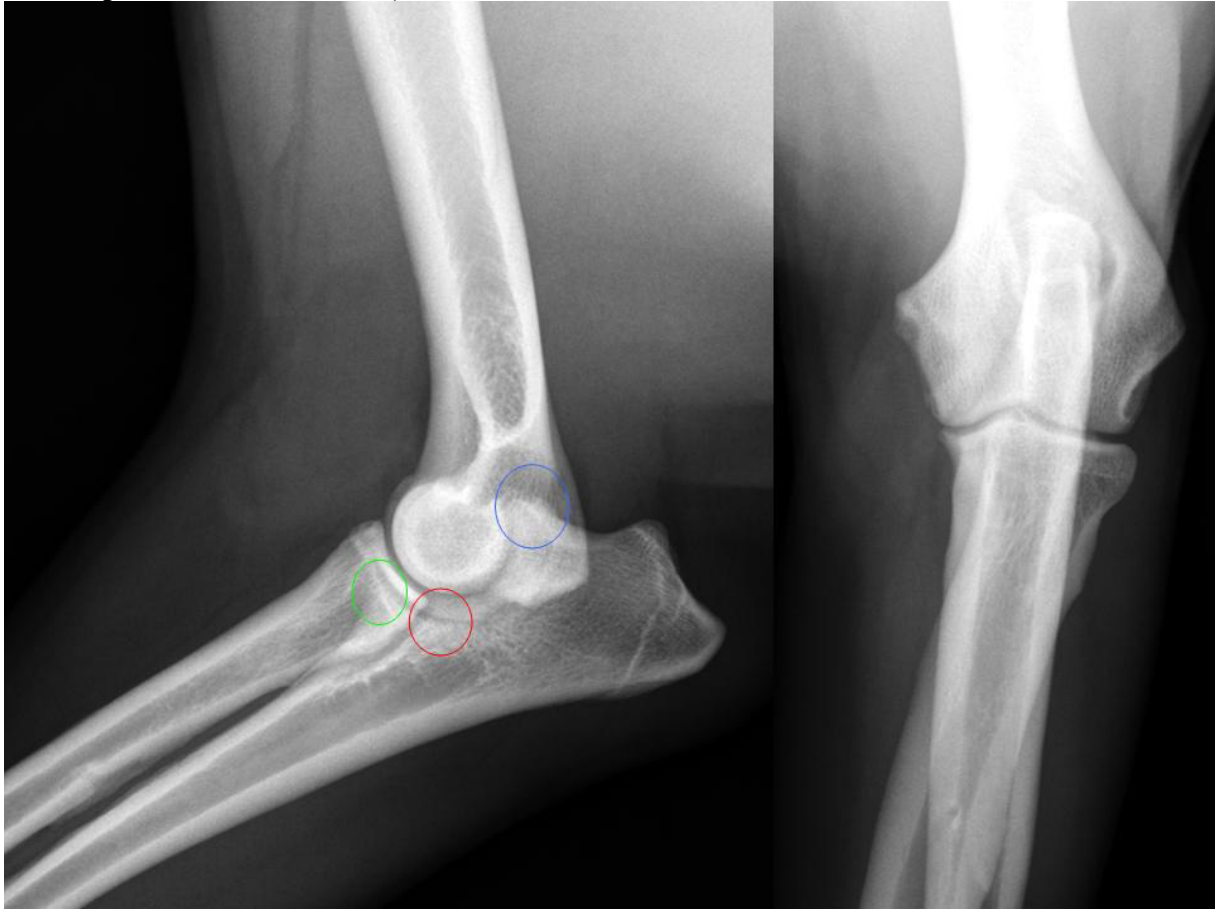
**Abbildung 25: Röntgenbeispiel 1: rechter Ellbogen, Labrador Retriever, männlich, 11 Monate, Fallnummer 24 (links im Bild gestreckte mediolaterale Lagerung, rechts anterioposteriore Aufnahme)**



Untersucher 1 bewertete dieses rechte Ellbogengelenk eines 11 Monate alten, männlichen Labrador Retrievers als unauffällig. Es liegen keine Osteophyten, keine vermehrte Sklerosierung, keine Stufenbildung oder ein subchondraler Defekt vor. Das Koronoid ist scharf abgegrenzt und von unverminderter Dichte. Der ED-Score beträgt 0.

Untersucher 2 hingegen erkennt osteophytäre Zubildungen auf dem Processus anconaeus, eine geringgradig vermehrte Sklerosierung und ein unscharf begrenztes Koronoid. Die Summe des ED-Scores beträgt 4.

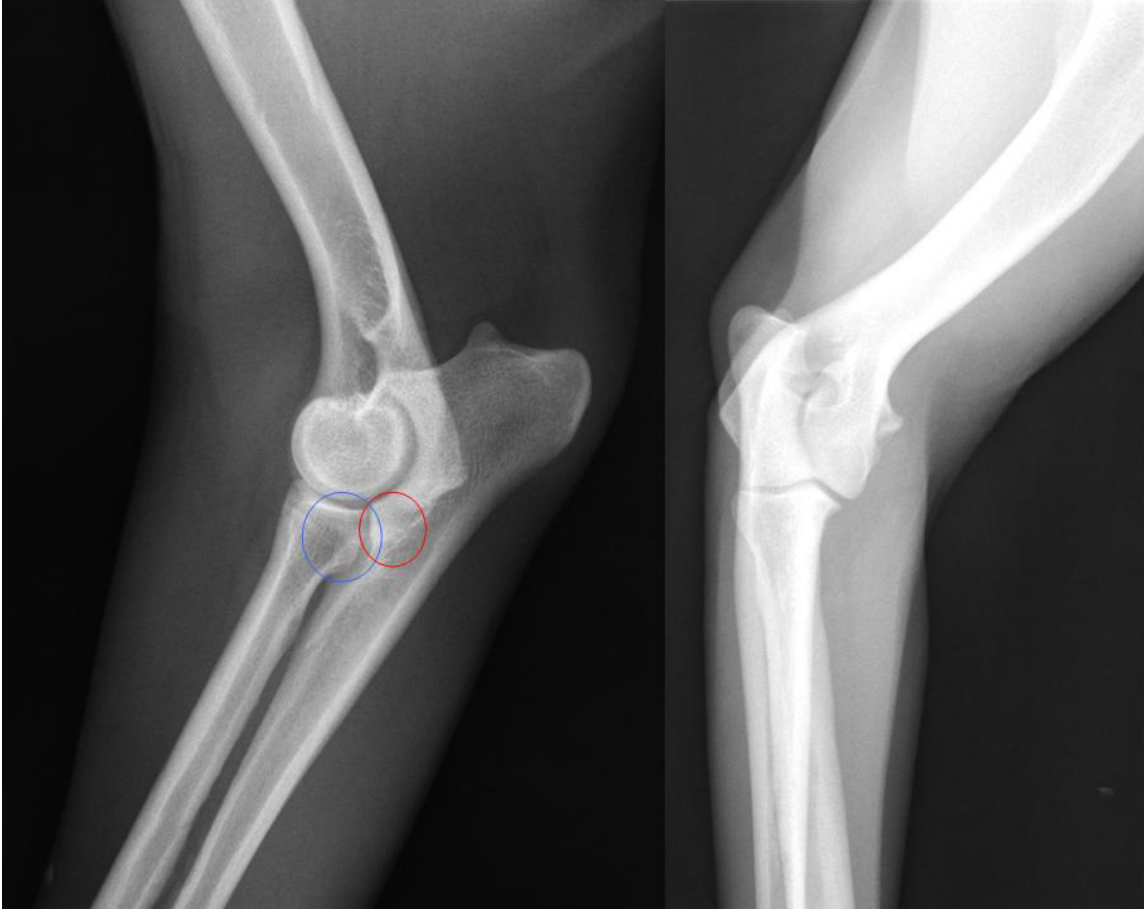
**Abbildung 26: Röntgenbeispiel 2: linker Ellbogen, Golden Retriever, weiblich, 6 Jahre, Fallnummer 66 (links im Bild gestreckte mediolaterale Lagerung, rechts anterioposteriore Aufnahme)**



In diesem Gelenk einer 6 Jahre alten Golden Retriever Hündin (linker Ellbogen) erkennen beide Röntgen-Untersucher Osteophyten auf dem Processus anconaeus (blauer Kreis), eine geringgradige Sklerosierung caudal des Processus coronoideus medialis (roter Kreis), sowie eine geringgradig verminderte Dichte (grüner Kreis).

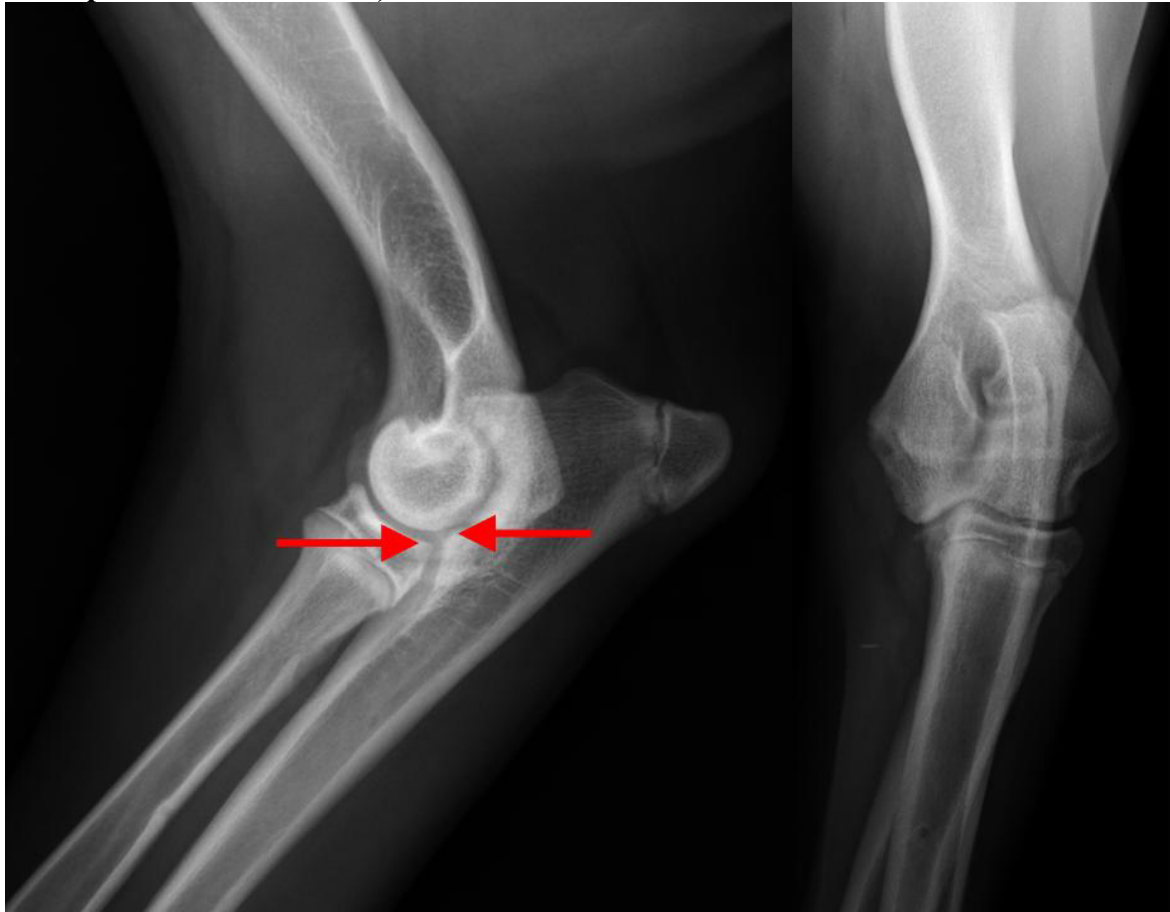
Im Gegensatz zum Untersucher 2 (unerfahren), der hier eine zu kurze Ulna (Short ulna), einen unscharf begrenzten Processus coronoideus, Osteophyten am Radius und einen subchondralen Defekt an der Trochlea humeri befundet, hält Untersucher 1 den Rest des Gelenkes für unauffällig. Daraus resultierten ein ED-Score von 2 bei Untersucher 1 und ein Wert von 6 bei Untersucher 2.

**Abbildung 27: Röntgenbeispiel 3: rechter Ellbogen, Mischling, männlich, 3 Jahre, Fallnummer 56 (links im Bild gestreckte mediolaterale Lagerung, rechts anterioposteriore Aufnahme)**



Rechter Ellbogen eines dreijährigen Mischlingsruden beide Untersucher diagnostizieren eine geringgradig vermehrte Sklerosierung (roter Kreis) und können das Koronoid nicht scharf abgrenzen (blauer Kreis). Die Dichte des Koronoids (ebenfalls blauer Kreis) halten beide für vermindert (Untersucher 1 hochgradig, Untersucher 2 geringgradig). Untersucher 1 bewertet den Radius als kürzer im Vergleich zur Ulna. Untersucher 2 erkennt zusätzlich noch Osteophyten auf dem Processus anconaeus. Beide erreichen einen ED-Score von 4.

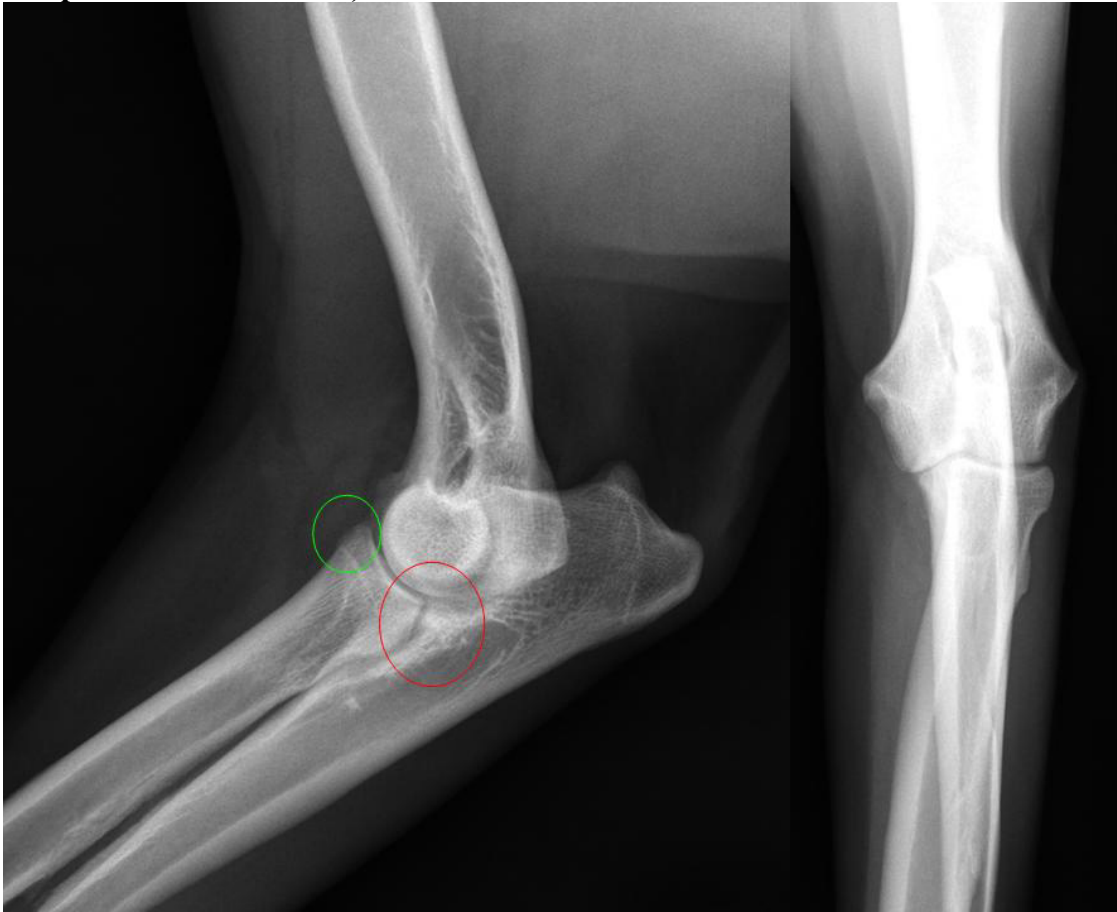
**Abbildung 28: Röntgenbeispiel 4: linker Ellbogen, Berner Sennenhund, männlich, 7 Monate, Fallnummer 39 (links im Bild gestreckte mediolaterale Lagerung, rechts anterioposteriore Aufnahme)**



In diesem Röntgenbild eines linken Ellbogens von einem 7 Monate alten Berner Sennenhund ist eine radioulnare Stufe im Sinne eines Short radius zu erkennen (rote Pfeile), die auch von beiden Untersuchern so befundet wird. Desweiteren wird von beiden eine Sklerose caudal des Processus coronoideus (jedoch in unterschiedlicher Ausprägung), sowie eine mittelgradig verminderte Dichte des Koronoids bescheinigt. Das Koronoid ist für beide nicht abgrenzbar. Osteophyten werden in unterschiedlichen Gelenkanteilen gesehen: Untersucher 1: Processus anconaeus, Radiuskopf, Epikondylus medialis humeri; Untersucher 2: Processus anconaeus, Trochlea humeri. Untersucher 2 sieht zusätzlich noch einen subchondralen Defekt an der Trochlea humeri. Die ED-Scores liegen bei 6 (Untersucher 1) und 8 (Untersucher 2).



**Abbildung 29: Röntgenbeispiel 5: linker Ellbogen, Deutsch Kurzhaar, männlich, 6 Jahre, Fallnummer 67 (links im Bild gestreckte mediolaterale Lagerung, rechts anterioposteriore Aufnahme)**



Beide Röntgenuntersucher erkennen bei diesem linken Ellbogen eines 6 Jahre alten deutsch Kurzhaar Rüden Osteophyten am Radiuskopf (grüner Kreis) und auf dem Processus anconaeus, eine mittelgradige Sklerosierung (roter Kreis) und eine mittelgradig verminderte Dichte. Das Koronoid hält Untersucher 1 für unscharf begrenzt, Untersucher 2 bewertet hochgradiger mit „nicht abgrenzbar“. Der ED-Score liegt bei 6 (Untersucher 1) und 7 (Untersucher 2).

**Abbildung 30: Röntgenbeispiel 6: rechter Ellbogen, Deutscher Schäferhund, weiblich, 11 Jahre, Fallnummer 83 (links im Bild gestreckte mediolaterale Lagerung, rechts anterioposteriore Aufnahme)**

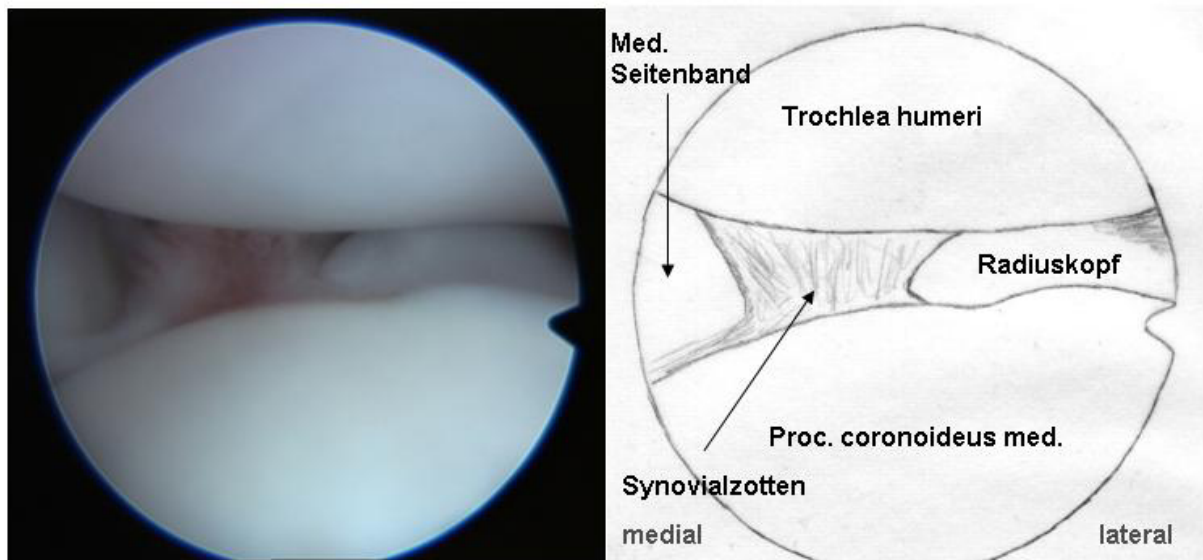


In diesem Röntgenbild eines 11 Jahre alten, weiblichen deutschen Schäferhundes fällt beiden Untersuchern ein subchondraler Defekt an der Trochlea humeri auf. Untersucher 1 bewertet dies als kissing lesion. Für Untersucher 2 ist es nicht möglich eine sichere ätiologische Diagnose zu stellen, der er eine Osteochondrosis dissecans nicht ausschließen kann. Ferner diagnostizieren beide eine mittelgradige Sklerosierung caudal des Koronoids und ein nicht abgrenzbaren Processus coronoideus mit hochgradig verminderter Dichte. Osteophytäre Zubildungen befinden sich in allen Gelenkanteilen: Processus anconaeus, Radiuskopf, Epikondylus lateralis humeri, Epikondylus medialis humeri, Trochlea humeri, Processus coronoideus medialis (nur Untersucher 1). Auch die Werte des ED-Scores von 12 (Untersucher 1) und 13 (Untersucher 2) weisen auf die höchstgradigen Veränderungen im Ellbogengelenk hin. Für Untersucher 1 liegt zusätzlich noch ein short radius vor.

#### **9.4 Beispiele arthroskopischer Untersuchungen**

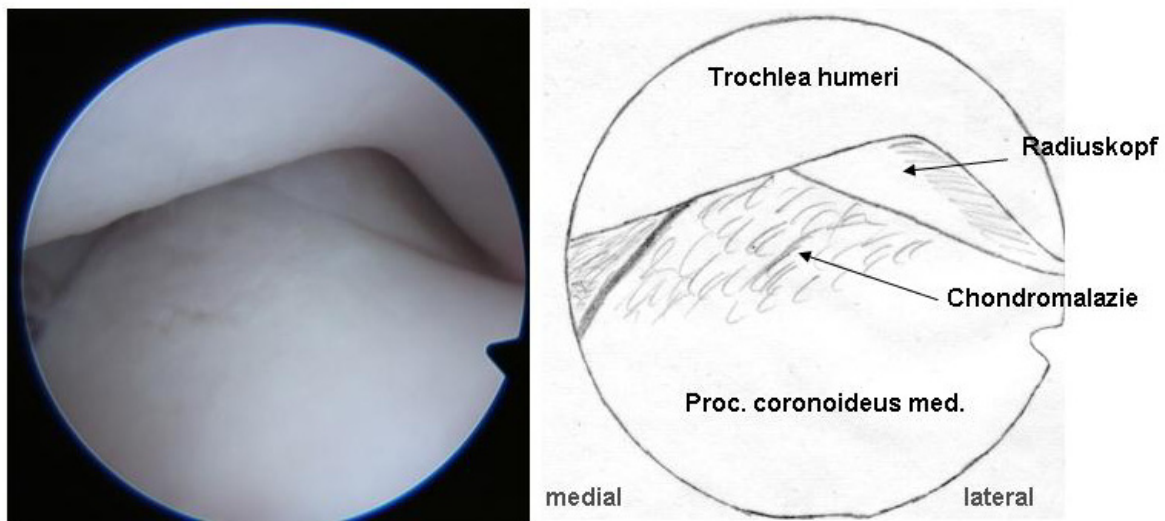
Die im Folgenden gezeigten Beispiele sind aus Gründen der Bildqualität nicht als Screenshot von Videos aus dem Patientengut der Studie entnommen. Die Bilder und Daten stammen von Patienten der Klinik für Kleintiere.

**Abbildung 31: Arthroskopiebeispiel 1: Unauffälliger Ellbogen (Synovialitis Grad I)**



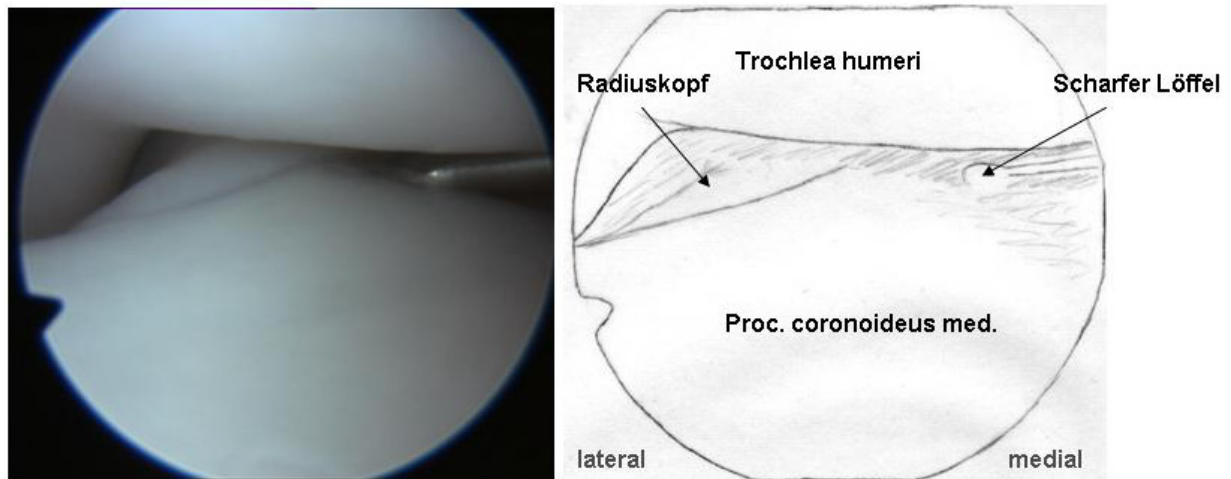
Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 6 Monate alten, männlichen Golden Retrievers über Zugang von medial. Mit Ausnahme einer Synovialitis Grad I (nach Behrends, 1996) zeigt sich hier unauffälliges Bild ohne Knorpelschäden.

**Abbildung 32: Arthroskopiebeispiel 2: Ellbogen mit Chondromalazie Spitze Koronoid**



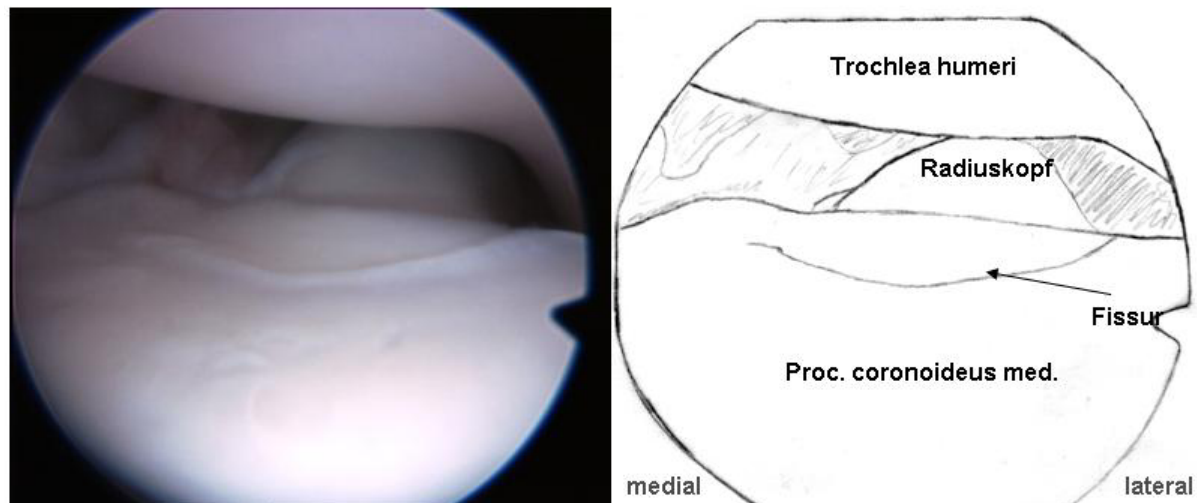
Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 3 Jahre alten, weiblichen Mischlings über Zugang von medial. Im Bereich der Spitze des Processus coronoideus medialis ulnae ist eine Chondromalazie zu erkennen. Die übrigen Gelenkstrukturen, insbesondere die Trochlea humeri stellen sich unauffällig dar.

**Abbildung 33: Arthroskopiebeispiel 3: Avitaler Knochen Spitze Koronoid (adspektorisch unauffällig)**



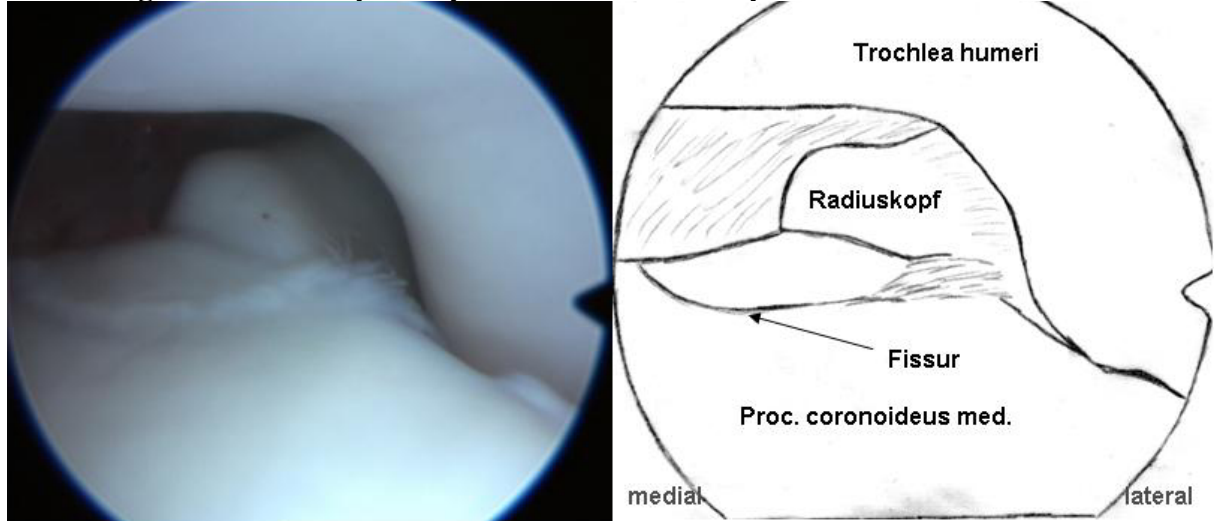
Arthroskopisches Bild des linken Ellbogengelenkes eines 6 Monate alten, weiblichen Golden Retrievers über Zugang von medial. Trotz adspektorisch unauffälligen Erscheinens in der Arthroskopie stellte sich bei Palpation und Kürettage mittels eines scharfen Löffels (wie hier auf dem Bild zu sehen) die Spitze laut Operationsbericht als avital dar.

**Abbildung 34: Arthroskopiebeispiel 4: Ellbogengelenk mit Fissur Koronoid**



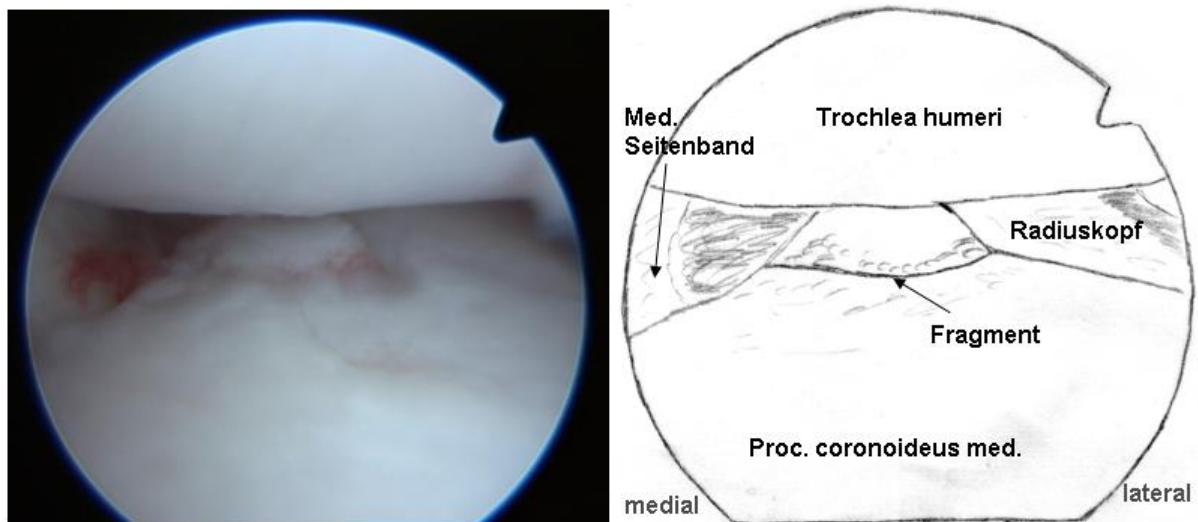
Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 8 Monate alten, männlichen Rottweilers über Zugang von medial: Eine von der Spitze in den radioulnaren Gelenkspalt einziehende Fissurlinie ist deutlich zu erkennen. Nach der Einteilung von Schawwalder (1990) handelt es sich um eine Frakturlinienverlauf Typ II. Die übrigen Gelenkanteile stellen sich unauffällig dar.

**Abbildung 35: Arthroskopiebeispiel 5: Fissur an der Spitze des Koronoids**



Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 12 Monate alten Boxerrüden über Zugang von medial: Die Fissur im Bereich der Spitze des Processus coronoideus medialis ulnae entspricht dem Frakturlinienverlauf Typ I nach Schawalder (1990). Die übrigen hier sichtbaren Gelenkanteile zeigen keine Veränderungen.

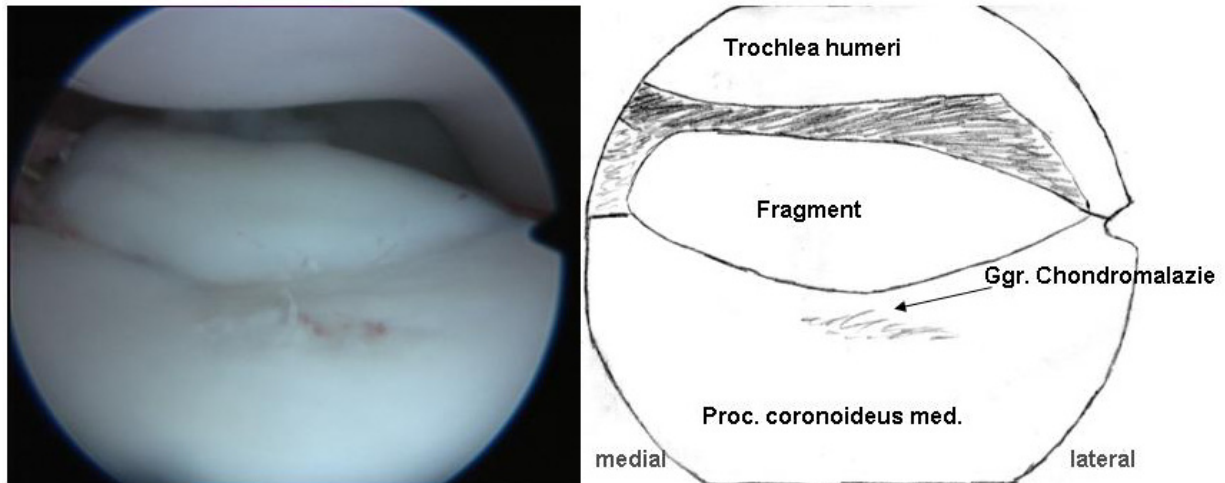
**Abbildung 36: Arthroskopiebeispiel 6: Fragment (nicht disloziert) an der Spitze des Koronoids**



Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes einer 4 Jahre alten Labrador Retriever Hündin über Zugang von medial: Im Bereich der Spitze zeigt sich ein nicht disloziertes Fragment nach dem Frakturlinienverlauf nach Schawalder (1990) Typ I. Im Bereich der Basis des Koronoids sind Chondromalazien zu sehen. Die Trochlea humeri ist unauffällig.

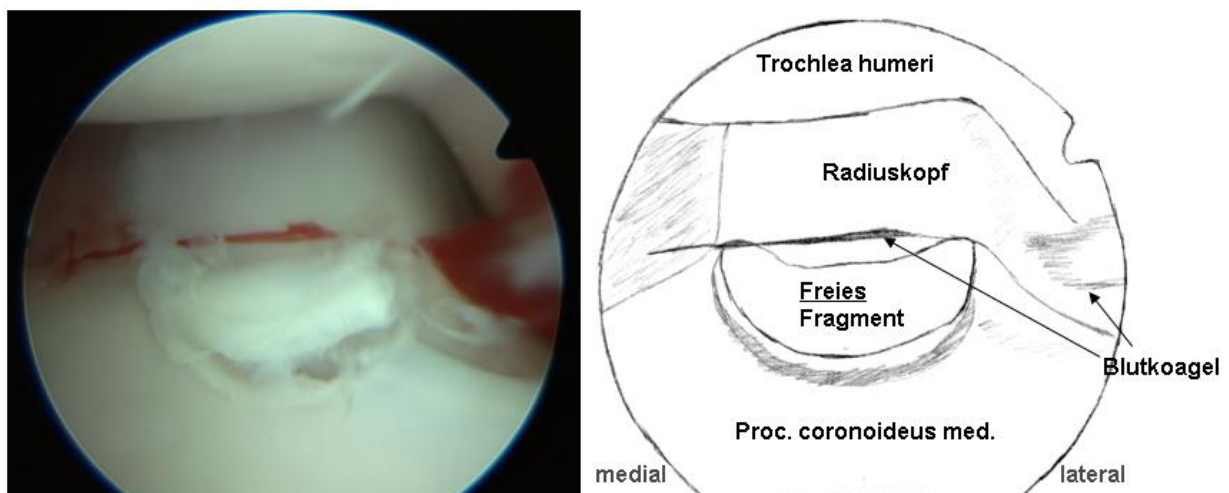


**Abbildung 37: Arthroskopiebeispiel 7: Fragment Koronoid (Spitze und radioulnarer Gelenkspalt)**



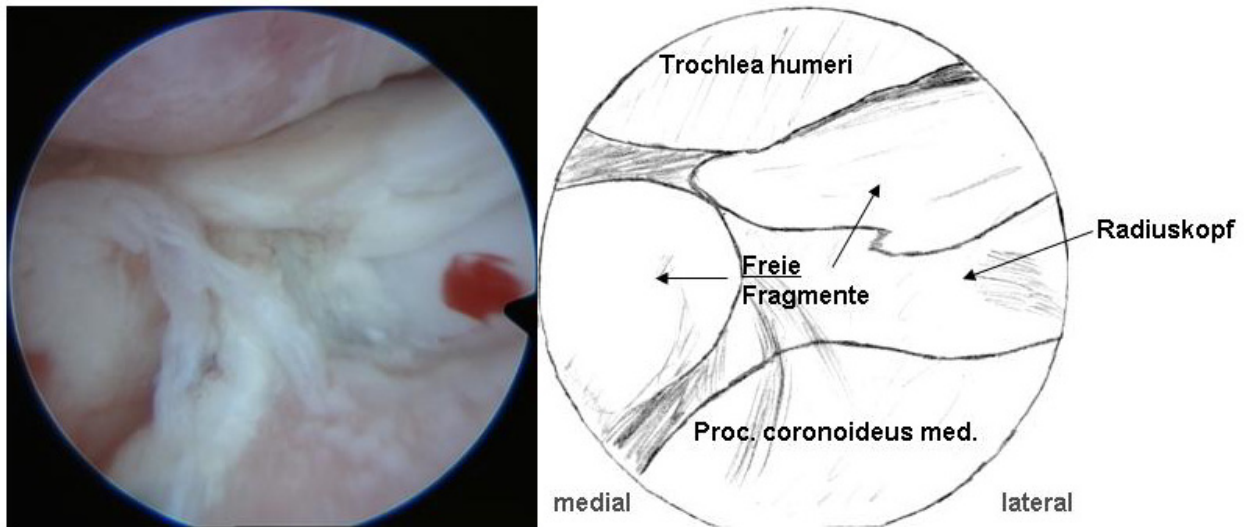
Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 7 Monate alten Mischlingsrüden über Zugang von medial: In der Bildmitte ist ein nicht disloziertes Fragment zu sehen, das sich von der Spitze des Koronoids in den radioulnaren Gelenkspalt erstreckt (Schawwalder, 1990: Typ II). Im Bereich der Basis des Processus coronoideus medialis ulnae besteht noch eine geringgradige Chondromalazie.

**Abbildung 38: Arthroskopiebeispiel 8: Freies (disloziertes) Fragment im radioulnaren Gelenkspalt**



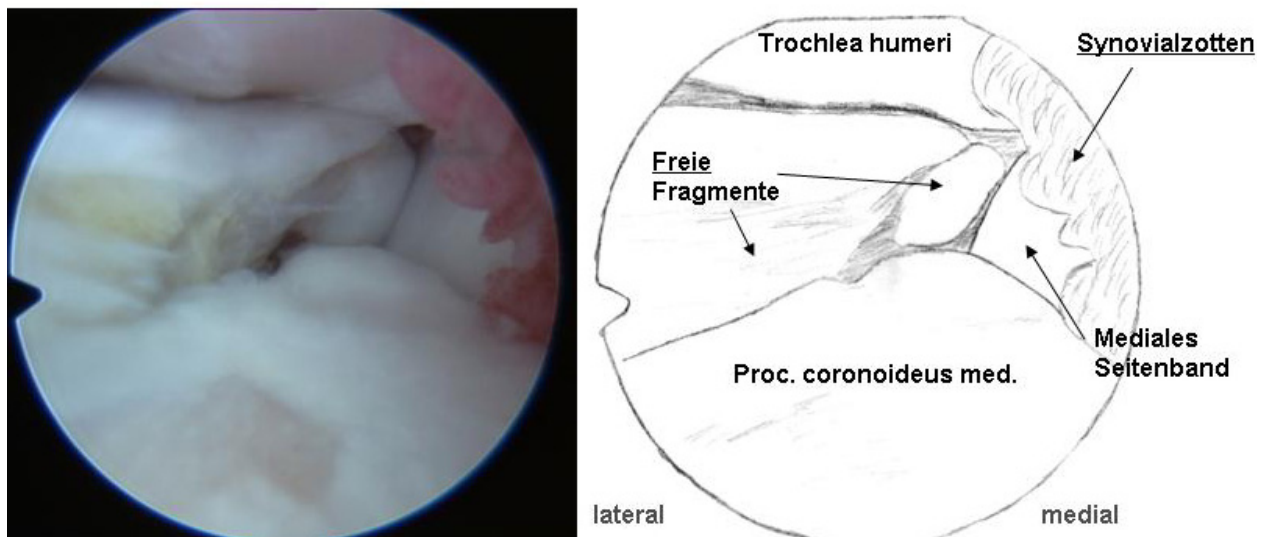
Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 8 Monate alten, weiblichen Labrador Retrievers über Zugang von medial: Das dislozierte und somit freie Fragment liegt im radioulnaren Gelenkspalt. Der Frakturlinienverlauf entspricht dem Typ III nach der Einteilung von Schawwalder (1990). Mit Ausnahme der operations-, bzw. punktionsbedingten Blutkoagel, die sich in der Regel leicht über die Gelenkspülung entfernen lassen, zeigen sich keine weiteren Veränderungen.

**Abbildung 39: Arthroskopiebeispiel 9: Ellbogengelenk mit freien Fragmenten und hochgradigen Knorpelerosionen**



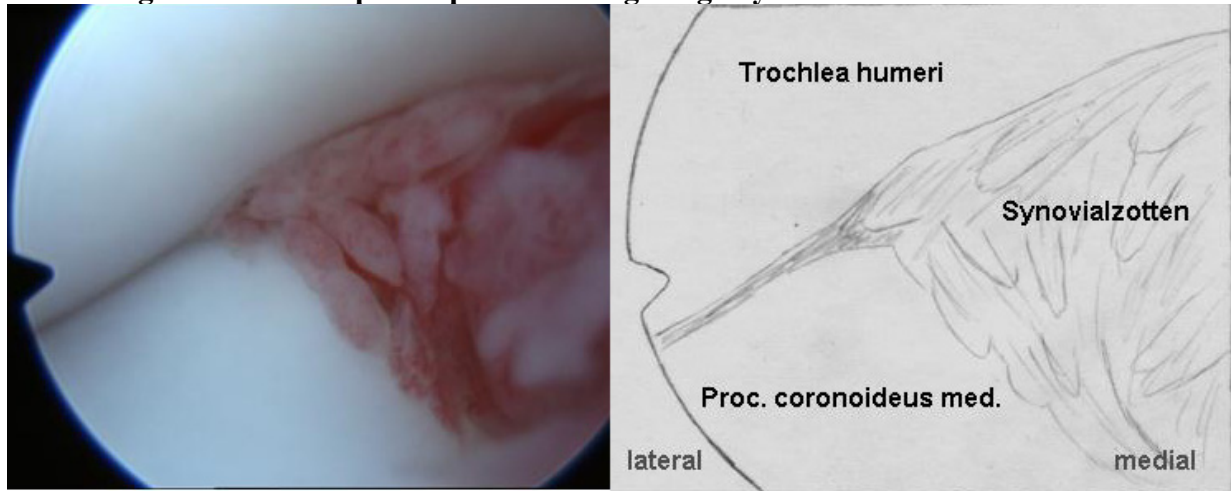
Arthroskopisches Bild des rechten Ellbogengelenkes eines 2 Jahre alten, männlichen Chow Chow über Zugang von medial: Die zwei auf dem Bild zu sehenden Fragmente sind stark disloziert. Im Bereich der Trochlea humeri ist kein Gelenkknorpel mehr vorhanden, was Schliffusuren Grad III nach Noyes und Stabler (1989) entspricht. Auf der Basis des Koronoids ist ebenfalls der Gelenkknorpel auf ganzer Dicke erodiert.

**Abbildung 40: Arthroskopiebeispiel 10: Freie Fragmente und Schliffusuren**



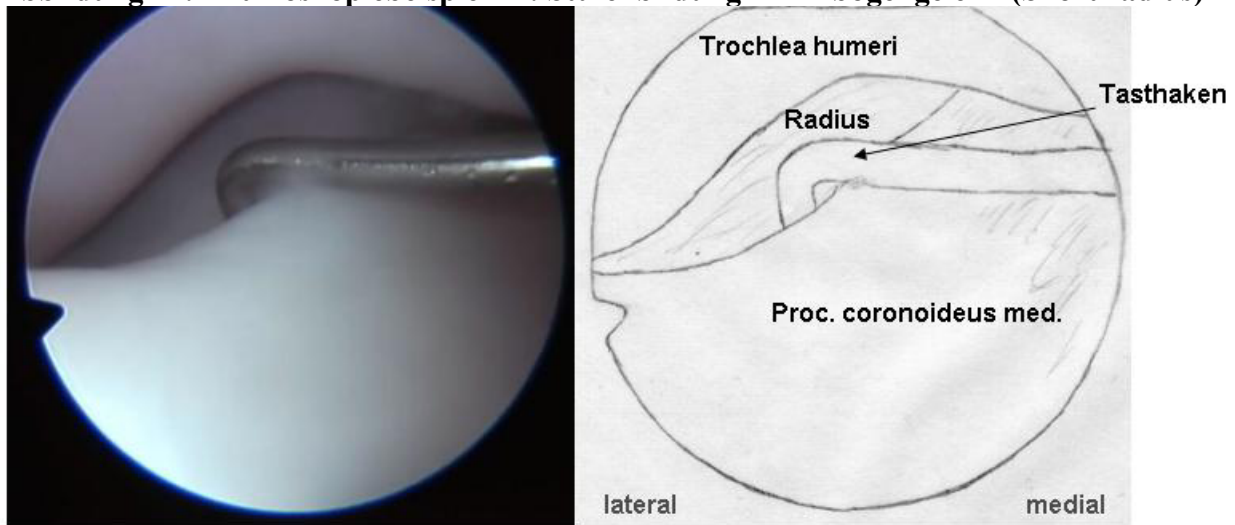
Arthroskopisches Bild des linken Ellbogengelenkes eines 11 Monate alten, männlichen deutschen Schäferhundes über Zugang von medial: Ein großes und ein kleines freies Fragment sind an der Spitze des Koronoids und im radioulnaren Gelenkspalt zu sehen. Die daraus folgenden Schliffusuren haben die gesamten hier sichtbaren Knorpel der Trochlea humeri erodiert. Die Basis des Processus coronoideus medialis ulnae zeigt ebenfalls Knorpelerosionen. Desweiteren fällt eine hochgradige Synovialitis mit geröteten Synovialzotten von stumpfer Gestalt auf (Grad III nach Behrends, 1996).

**Abbildung 41: Arthroskopiebeispiel 11: hochgradige Synovialitis**



Arthroskopisches Bild des linken Ellbogengelenkes eines 11 Monate alten Boxerrüden über Zugang von medial: Auch wenn in diesem Gelenk keine erkennbaren Schäden am Knorpel von Trochlea humeri und Koronoid zu erkennen sind, so zeigt sich doch eine hochgradige Synovialitis (Grad III Einteilung nach Behrends, 1996).

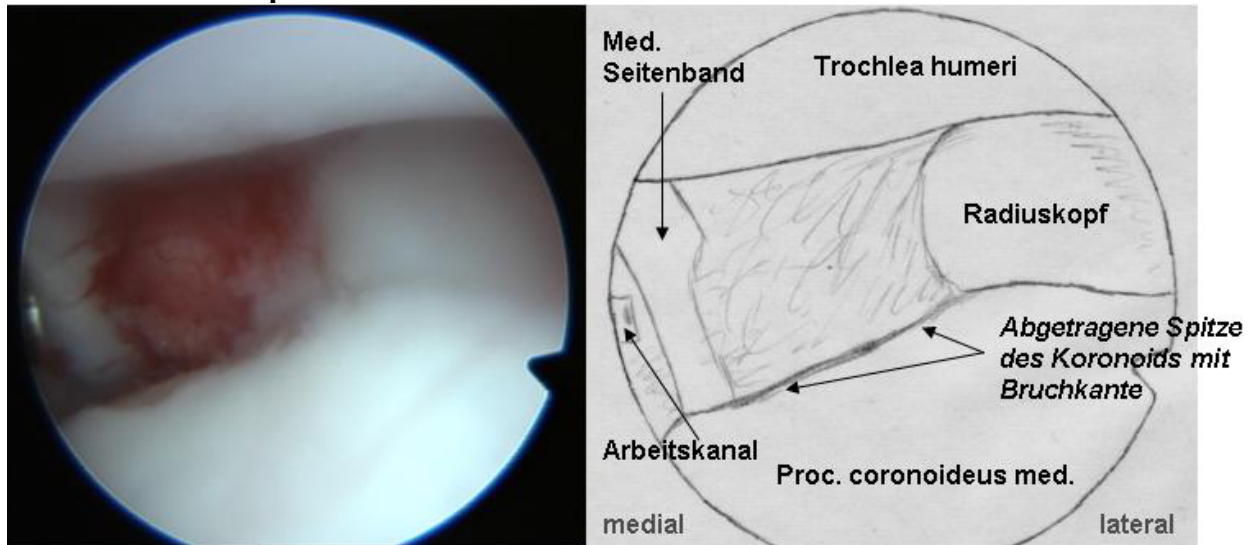
**Abbildung 42: Arthroskopiebeispiel 12: Stufenbildung im Ellbogengelenk (Short radius)**



Arthroskopisches Bild des linken Ellbogengelenkes eines 8 Monate alten, männlichen Labrador Retrievers über Zugang von medial: Trochlea humeri und Processus coronoideus medialis ulnae erscheinen soweit auf diesem Bild einsehbar ohne besonderen Befund. Es ist jedoch eine deutliche Stufenbildung (Short radius) im Gelenk zu erkennen. Hier dargestellt durch Einbringen eines Tasthakens in den caudalen Bereich der Gelenkfläche zwischen Radius und Ulna. Die Größe der Stufe kann mit Hilfe des Tasthakens auf ca. 3mm eingeschätzt werden.



**Abbildung 43: Arthroskopiebeispiel 13: postoperativer Zustand nach Entfernung einer avitalen Koronoidspitze**



Arthroskopisches Bild eines rechten Ellbogengelenkes einer 2 Jahre alten deutschen Schäferhündin über Zugang von medial: Die Spitze des Koronoids ist aufgrund von avitalem Knochen (laut Operationsbericht, nicht aus dem Bild abzuleiten) abgetragen und es liegt nun eine gerade Kante vor. Im linken Randbereich des Bildes ist der zum Einführen der Instrumente eingebrachte Arbeitskanal, sowie des Seitenband zu erkennen.

### **9.5 Zusammenfassende Tabelle Interobserver-Beurteilung**

In Tabelle 65 findet sich die Übersicht der untersuchten Merkmale mit der Interobserver-Beurteilung mittels Kappa-Koeffizient und ggf. Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman. Siehe hierzu Kapitel 4.8 und 4.9.

**Tabelle 65:** Zusammenfassende Tabelle Interobserver-Beurteilung

<i>Merkm</i>	<i>Kappa-Wert</i>	<i>Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman</i>
Beugegrad mediolaterale Aufnahme	0,080	
Rotation mediolaterale Aufnahme	0,27	
Rotation anterioposteriore Aufnahme	0,022	
Osteophytäre Zubildungen - Processus anconaeus	-0,065	0,74
Osteophytäre Zubildungen - Radiuskopf	0,27	0,47
Osteophytäre Zubildungen - lateraler Epikondylus	0,32	0,42
Osteophytäre Zubildungen - medialer Epikondylus	0,27	0,41
Osteophytäre Zubildungen - Pcm	0,032	0,13
Osteophytäre Zubildungen - Trochlea humeri	0,40	0,62
Osteophytäre Zubildungen - Generelles Vorliegen	-0,036	
Osteophytäre Zubildungen - Osteophytenscore	-0,057	0,6304
Vermehrte Sklerosierung - caudal des Processus	0,082	0,3743
Vermehrte Sklerosierung - Incisura trochlearis	0,091	
Vermehrte Sklerosierung – Kapselansatz	-0,056	
Vermehrte Sklerosierung - Generelles Vorliegen	-0,056	
Inkongruenz - Intraartikuläre Stufe Radius kürzer als	0,19	0,24
Inkongruenz - Intraartikuläre Stufe Ulna kürzer als	Nicht berechenbar	0,0001
Inkongruenz - Stufe Röntgen	0,19	
Inkongruenz - zu enge Incisura trochlearis	Nicht berechenbar	
Inkongruenz - Deformierter Radiuskopf	0,30	
Pcm - Abgrenzbarkeit des Processus coronoideus medialis	0,25	
Pcm - Verminderte Abgrenzbarkeit	0,24	
Pcm - Dichte Koronoid	0,23	0,48
Pcm - Verminderte Dichte	0,23	
Pcm - Aufhellungslinie	Nicht berechenbar	
Pcm - Freies Fragment	Nicht berechenbar	
Humerus – Subchondraler Defekt Trochlea	0,23	

<i>Merkmal</i>	<i>Kappa-Wert</i>	<i>Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman</i>
<b>ED-Score</b>	0,075	0,58
<b>Anzahl gemeinsam vorliegender Röntgenmerkmale</b>	0,14	0,33
<b>Synovialzotten – Synovialitis</b>	0,29	0,52
<b>Pcm – Zustand</b>	0,55	0,73
<b>Pcm - Anzahl Fragmente</b>	Nicht berechenbar	0,73
<b>Pcm –Knorpel</b>	0,21	0,11
<b>Pcm – Fragment – Schawalder</b>	0,26	
<b>Pcm – Fragment – Lage freies Fragment</b>	0,64	
<b>Vorliegen einer Koronoiderkrankung/FCP</b>	0,55	
<b>Trochlea humeri – Schliffusuren</b>	0,64	0,77
<b>Caput radii – Knorpel</b>	0,27	0,31
<b>Incisura trochlearis – Knorpel</b>	0,17	0,27
<b>Arthrotische Veränderungen</b>	-0,038	0,11
<b>Anzahl der Stellen mit Knorpelerosionen</b>	0,25	0,65
<b>Stufe Arthroskopie</b>	0,058	

Pcm - Processus coronoideus medialis ulnae; FCP - Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae; ED – Ellbogengelenksdysplasie

Tabelle 65 zeigt in Spalte 1 eine Übersicht aller mittels Röntgen und Arthroskopie untersuchten Merkmale. In Spalte 2 folgen die gerundeten Werte des Kappa-Koeffizienten, in Spalte 3 die Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman für alle Merkmale mit mindestens 4 verschiedenen Ausprägungen.

**9.6 Zweidimensionale Auswertungen für die Variable Vorliegen eines Fragmentes im Röntgen (Untersucher 2) mit dem Zustand des Koronoids in der Arthroskopie (Untersucher 3 und 4)**

**Tabelle 66:** Zweidimensionale Häufigkeitstabelle für den Vergleich des Merkmals Fragment von Untersucher-Röntgen-enerfahren (Untersucher 2) und Zustand Pcm von Untersucher-Arthroskopie-enerfahren (Untersucher 3)

	intakt	Avitaler, weicher Knochen	Fissur	Fragmentiert	Frei	Gesamt
Kein freies Fragment sichtbar	2	12	19	13	0	46
Freies Fragment sichtbar	0	0	3	5	0	8
Gesamt	2	12	22	18	0	54

Tabelle 66 zeigt die zweidimensionalen Häufigkeitsauszählungen zwischen dem Röntgenmerkmal des Vorliegens eines *freien Fragmentes* (Ausprägungen: „Freies Fragment sichtbar“; „Kein freies Fragment sichtbar“) und dem Arthroskopimerkmal des Zustandes des Koronoids (Ausprägungen: „intakt“; „avitaler, weicher Knochen“; „Fissur“; „Fragmentiert“; „Frei“). Vergleich von Untersucher 2 (Röntgen unerfahren) mit Untersucher 3 (Arthroskopie erfahren).

Bemerkenswert ist das Fragmente radiologisch sichtbar sind, obwohl keine Fragmente in der Arthroskopie gesehen werden können.

**Tabelle 67:** Zweidimensionale Häufigkeitstabelle für den Vergleich des Merkmals Fragment von Untersucher-Röntgen-unerfahren (Untersucher 2) und Zustand Pcm von Untersucher-Arthroskopie-unerfahren (Untersucher 4)

	intakt	Avitaler, weicher Knochen	Fissur	Fragmentiert	Frei	Gesamt
Kein freies Fragment sichtbar	4	16	12	11	3	46
Freies Fragment sichtbar	1	1	1	4	1	8
Gesamt	5	17	13	15	4	54

Tabelle 67 zeigt die zweidimensionalen Häufigkeitsauszählungen zwischen dem Röntgenmerkmal des Vorliegens eines *freien Fragmentes* (Ausprägungen: „Freies Fragment sichtbar“; „Kein freies Fragment sichtbar“) und dem Arthroskopimerkmal des Zustandes des Koronoids (Ausprägungen: „intakt“; „avitaler, weicher Knochen“; „Fissur“; „Fragmentiert“; „Frei“). Vergleich von Untersucher 2 (Röntgen unerfahren) mit Untersucher 4 (Arthroskopie unerfahren).

Bemerkenswert ist das Fragmente radiologisch sichtbar sind, obwohl keine Fragmente in der Arthroskopie gesehen werden können.

## **Danksagung**

Prof. Martin Kramer danke ich für die Überlassung des Themas, die Betreuung meiner Arbeit und die Unterstützung nicht nur in fachlichen Fragen.

Ich danke meinen Untersuchern Dr. Bernd Tellhelm, Dr. Alexander Flöck und Dr. Stephan Klumpp für die Auswertung der Fälle und die fachlichen Tipps und Diskussionen. Ein weiterer Dank gilt Dr. Alexander Flöck und Dr. Cetina Thiel, die mir die praktische Durchführung der Arthroskopien mit viel Geduld beigebracht haben.

Des Weiteren danke ich Dr. Klaus Failing und Marion Sparenberg von der Arbeitsgruppe Mathematik, sowie PD Dr. Sabine Tacke für die Hilfe bei der Durchführung der mathematischen Auswertungen der Studie.

Bedanken möchte ich mich weiterhin bei Doris Hermann für die Hilfe bei der Übersetzung der Zusammenfassung, sowie Cynthia Lennox für die Korrektur dieser, was ohne die Vermittlung von Dr. Axel Gohl und Kathrin Gohl nicht möglich gewesen wäre.

Allen Mitarbeitern der Klinik für Kleintiere sei für die Hilfe und gute Zusammenarbeit gedankt.

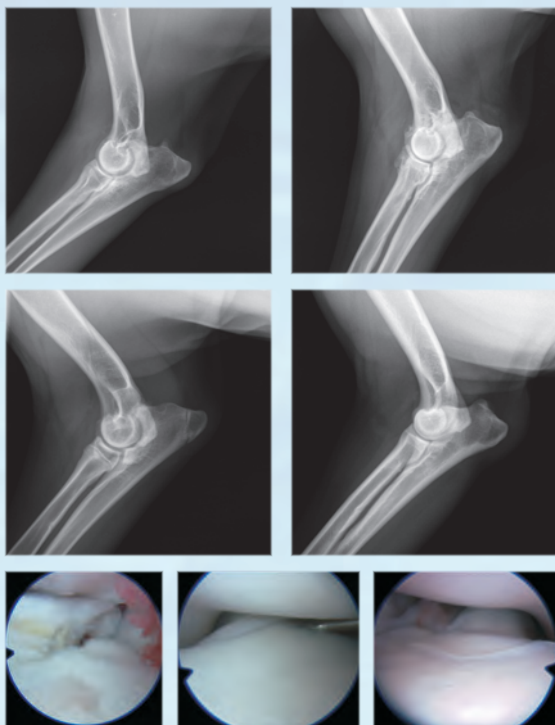
Meiner Familie und meinen Freunden möchte ich für Ablenkung und seelischen Beistand danken. Ihr habt mir das Gefühl gegeben, dass meine Arbeit interessant sei.

Simone Sagasser danke ich für das Korrekturlesen dieser Arbeit und für alles das, was noch folgen wird.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern für die selbstlose Unterstützung, nicht nur materieller Art, die mir nicht nur das Studium und die Dissertation, sondern auch ein ausfüllendes Privatleben ermöglichte.

## **Erklärung**

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
 STAUFENBERGRING 15  
 D-35396 GIESSEN

ISBN 3-8359-5572-1

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
 redaktion@doktorverlag.de  
 www.doktorverlag.de



9 17838351953721